LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



LES SCARABÉES GOLIATHS

Mâle *(en bas)* et femelle vivants au vivarium du Muséum (*Photo* M. Gillot).

N° 3203 – Mars 1952 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

Un nouveau lubrifiant à base de molybdène, fabriqué aux États-Unis d'Amérique et désigné sous le nom de « Liqui-Moly », vient d'être expérimenté ; mélangé avec des huiles lubrifiantes, le Liqui-Moly se dépose sur les surfaces frottantes et forme un film antigrippage permanent à faible coefficient de frottement. Le film ainsi formé résiste bien aux températures et pressions élevées et protège les articulations contre le grippage, même après disparition de la couche d'huile lubrifiante. On a observé avec ce produit utilisé seul, des échauffements trois à cinq fois plus faibles qu'avec les huiles lubrifiantes ordinaires.

*
* *

Le « Stupalith », dénomination d'un nouveau matériau céramique obtenu à partir d'un silicate de lithium et d'aluminium traité thermiquement, présente la propriété de se contracter pendant le chauffage et de se dilater au refroidissement ; suivant la composition, on peut obtenir une dilatabilité nulle et une densité donnée par variation de la porosité.

Ce matériau, qui est facilement usinable, offre, par suite de sa grande résistance mécanique et aux chocs thermiques, d'intéressantes possibilités dans le domaine technique, en particulier celui de la fabrication des ailettes de turbines à gaz.

*
* *

Une locomotive à turbine à gaz circulera bientôt sur les lignes de chemin de fer britanniques. On pense que cette locomotive tiendra une vitesse de 144 km/h.

*
* *

La Société néerlandaise pour la chasse à la baleine vient de passer commande à une société de constructions navales, à Schiedam, d'une nouvelle usine flottante à équipement moderne. Sa capacité de transport sera de 26 500 t et le déplacement de 44 000 t. Le navire sera terminé en 1955 et pourra participer à la saison baleinière de 1955-1956.

*
* *

Un effort pour la production du jute se poursuit en Afrique Équatoriale Française. Une exploitation-pilote sur 5 000 ha se trouve dans la boucle du Niari. On estime que la production pour l'année en cours sera de l'ordre de 2 000 t et qu'elle pourra dans l'avenir s'élever jusqu'à 30 000 t par an.

SOMMAIRE

« Usine amphibie » pour l'extraction du soufre

La « Freeport Sulphur Company » de New-York a décidé de procéder très prochainement à l'exploitation d'un important gisement subaquatique de soufre, situé dans la région de la Nouvelle Orléans. Ce dépôt de soufre se trouve au milieu de marécages et de tourbières et est très difficile à mettre en œuvre. En effet, l'extraction du soufre comporte des opérations assez complexes : il est nécessaire de produire de grosses quantités de vapeur à une température élevée afin de les injecter sous pression dans le gisement par des trous de forage. Le soufre fond en place et est remonté en surface à l'aide de pompes.

Les opérations de forage seront effectuées au moyen d'appareils montés sur de petites embarcations qui se déplaceront le long des canaux aménagés pour le passage des péniches. Dès qu'il sera extrait et recueilli, le soufre sera transporté par pipe-line sous forme liquide jusqu'à la terre ferme.

*
* *

Soixante écoles publiques de Philadelphie sont équipées de postes de télévision.

Un avion à réaction sans pilote a été essayé sur le terrain d'expériences des fusées en Australie. Il décolle, manœuvre et atterrit sous le seul contrôle de la radio. Il doit servir de cible de grande vitesse pour l'essai des armes. Cet avion-robot a été conçu et réalisé dans les usines du gouvernement australien suivant les spécifications du Ministère britannique des Fournitures. Il est équipé d'un petit moteur à réaction qui ne pèse que 250 kg.

*
* *

Les croiseurs lourds américains « Canberra » et « Boston », jaugeant chacun 13 600 t, seront convertis en bâtiments porteurs d'engins téléguidés. Ces deux navires seront uniquement chargés du tir de ces projectiles.

*
* *

Un chantier britannique vient de lancer, pour le compte des Chemins de fer britanniques, le plus grand « garage flottant » qui ait été construit jusqu'à présent.

Ce bateau, le Lord Warden, *pourra prendre 120 voitures et 700 passagers. Il entrera en service entre Douvres et Boulogne au printemps. De nouvelles rampes d'accès permettront aux automobilistes d'embarquer et de débarquer directement. Le* Lord Warden *aura une vitesse de vingt nœuds.*

*
* *

Les usines électro-métallurgiques de Sorel, au Canada, appartenant à la Quebec Iron and Titanium Corp., disposent des plus grands fours électriques qui aient été construits ces dernières années pour la sidérurgie. Ils ont environ 16 m de long sur 7,50 m de largeur et sont équipés de six électrodes. Alimentés avec un mélange d'ilménite et de coke, ils fournissent d'une part, du fer et d'autre part, un laitier contenant plus de 70 pour 100 d'oxyde de titane. Celui-ci est utilisé comme matière première pour la préparation du titane métal.

*
* *

La joaillerie des États-Unis dispose maintenant de la nouvelle gemme artificielle constituée de cristaux synthétiques d'oxyde de titane. Elle peut être obtenue diversement colorée. Elle est remarquablement brillante car son indice de réfraction 2,70 est plus élevé que celui du diamant 2,42. En contrepartie sa dureté est moindre : 7 à l'échelle de Moh contre 10 pour le diamant.

LA NATURE

DUNOD, Éditeur
92, RUE BONAPARTE
PARIS VIe

C. C. P. n° 75-45 Paris

paraît tous les mois

ABONNEMENTS 1952

France et Union fse : **un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs**

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30

N° 3203 Mars 1952

LA NATURE

Nouvelle découverte d'art préhistorique à Cabrerets

LA GALERIE DU COMBEL

Au Sud-Ouest du Massif Central s'étend un plateau calcaire fissuré et déchiqueté que recouvre une pauvre végétation méditerranéenne : buis, chênes verts et épineux dont les racines s'enfoncent entre les quartiers de roc, à la recherche de terre végétale. Les Causses renferment un immense réseau souterrain de grottes dont beaucoup restent à découvrir ou à explorer, et les falaises qui dominent le cours des rivières offrent une suite d'abris et de surplombs où s'est déroulé un fragment de l'histoire lointaine de l'humanité. Comme dans les vallées de la Vézère et de ses affluents où s'ouvrent les grottes fameuses de Lascaux, de Font-de-Gaume, des Combarelles, etc., mais moins connus des touristes, nombreux sont dans la région des Causses qui constitue le département du Lot, les vestiges des temps préhistoriques.

La grotte du Pech-Merle s'ouvre à quelques centaines de mètres du village de Cabrerets et de son magnifique château du XVe siècle, à 5 km environ de la route qui joint Cahors à Figeac. Elle fut découverte en 1922. Deux jeunes garçons du pays, Pierre David et Henri Dutertre, avaient l'habitude de faire paître leur bétail sur le Pech-Merle. Un soir, en quête d'aventures, ils décident d'explorer une fissure de la colline, connue depuis toujours sous le nom de « Palais des Fées ». Le Palais des Fées avait mauvaise réputation. On entendait au crépuscule de longs et sinistres cris sortir de ses profondeurs, et personne n'avait encore exploré cette cavité dont on savait seulement qu'elle se prolongeait au delà des 80 premiers mètres, qui avaient été parcourus deux ans auparavant.

A la lueur d'une bougie, les deux garçons rampent péniblement le long de boyaux étroits, de passages bordés d'à-pic, traversent des salles grandioses aux stalactites tantôt blanches, tantôt rouges. Soudain, après des centaines de mètres d'une progression difficile, ils pénètrent dans une nouvelle salle : une main humaine se détache sur la roche avec une surprenante netteté. Puis, jour après jour, car l'exploration fut longue dans cette grotte d'accès difficile, les découvertes se continuèrent : peintures de mammouths, de chevaux et de bovidés, gravures sur la roche ou sur l'argile fraîche, petits disques rouges ou noirs aux contours estompés, silhouettes de mains, griffades d'ours des cavernes, et, sur le sol, empreintes de pieds humains, mâchoire d'ours et ossements divers (fig. 1 à 4, et 7, 8).

L'immense grotte fut aussitôt visitée et étudiée par divers préhistoriens, d'abord par l'Abbé Lemozi, curé de Cabrerets, qui avait déjà pratiqué diverses fouilles dans les abris des environs [1]. Il était impossible d'aménager dans sa totalité cette grotte immense qui s'étend sur plus de 1 500 m de long et comprend des passages difficiles, des couloirs obstrués par des tampons d'argile, etc. Une percée verticale au flanc de la colline fut pratiquée à travers 12 m de rocher, à l'aplomb de la salle des peintures. L'éclairage électrique fut installé, une route carossable facilita l'accès du Pech-Merle désormais ouvert aux spécialistes et aux curieux.

La grotte cependant n'avait pas livré tous ses secrets : l'entrée naturelle ancienne restait inconnue. Les hommes préhistoriques en effet devaient ignorer la faille par laquelle avaient pénétré les découvreurs, puisque sur des centaines de mètres

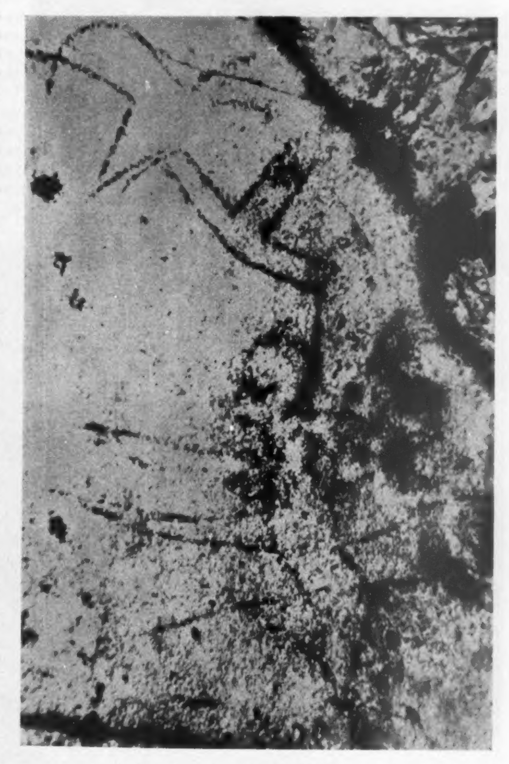
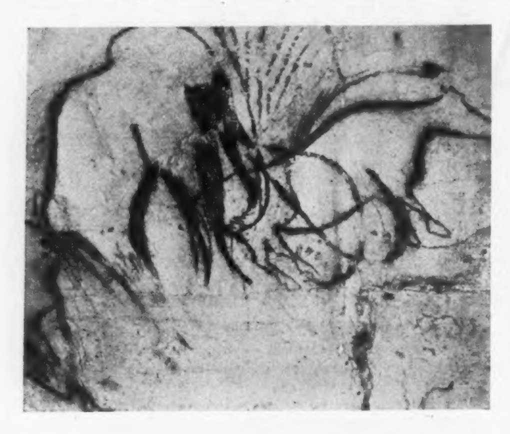


Fig. 1. — *Le sorcier du Pech-Merle.*
Peint au trait rouge sur un plafond à l'entrée d'un couloir. Hauteur du personnage : 48 cm. Le dessin qui le surmonte représente peut-être un masque.

1. La principale étude relative à cette grotte est due à l'Abbé Lemozi, *La grotte-temple du Pech-Merle, un nouveau sanctuaire préhistorique*, Paris, Picard, 1929.



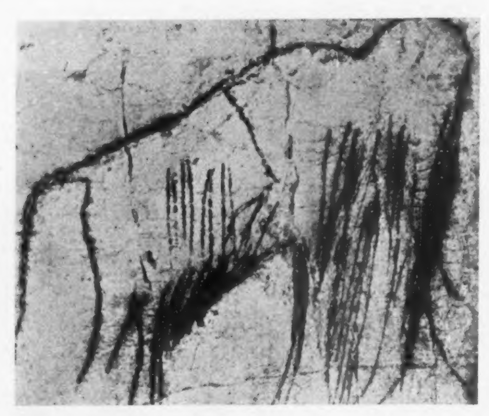




Fig. 2, 3, 4. — *Peintures au trait noir de Pech-Merle.*
En haut, un Mammouth et un Bovidé. — *Au centre*, un Mammouth.
En bas, un Bovidé percé de traits.
(*Photos* EMPERAIRE).

de salles, de couloirs et de boyaux, aucune trace de leur passage n'était visible. Une autre entrée existait sans doute autrefois, à moins que les primitifs n'aient pénétré dans leur sanctuaire par la grotte Marcenac, une très longue galerie décorée de quelques peintures et gravures, qui s'ouvre dans le flanc de la colline au-dessous de la grotte principale.

Quoi qu'il en soit, à force d'étudier la disposition tourmentée des lieux, Pierre David, devenu le guide principal du Pech-Merle, avait acquis la certitude que l'entrée ancienne se trouvait sous le talus, à quelque vingt mètres du puits artificiel aménagé pour les visiteurs. Cette entrée devait correspondre, à l'intérieur de la grotte, à un cône d'éboulis qui obstruait une galerie. David entreprit un nouveau puits, descendit de plusieurs mètres à travers des terres et des éboulis divers venus du plateau, et, le 2 décembre 1949, bien avant d'avoir atteint le roc, quelle ne fut pas sa surprise de s'apercevoir que son forage aboutissait à une nouvelle galerie, insoupçonnée, et sans communication actuelle avec l'ancienne.

Cette nouvelle galerie, la galerie du Combel, qui avait été coupée du monde extérieur depuis des milliers d'années, était parsemée d'ossements d'animaux aujourd'hui disparus : des mâchoires énormes d'ours des cavernes reposaient absolument intactes sur le sol, sans avoir subi le moindre commencement d'ensevelissement. Des bauges d'ours, intactes également, creusaient encore, de place en place, le sol de la première salle et d'un couloir qui lui fait suite de fosses circulaires profondes de quelques dizaines de centimètres en leur centre et larges de 1,50 à 2 m environ. A l'entrée de cette première salle, une longue colonne sombre, absolument verticale, haute de plus de 6 m, rejoignait la voûte au sol. Cette colonne, que les travaux ultérieurs ont respectée, est formée d'une multitude de petites racines qu'un arbre de la surface, un petit chêne tout rabougri, a patiemment lancées, année après année, à la recherche d'un peu de terre. Elles forment une masse serrée, mais que l'on peut facilement faire trembler du bout du doigt.

L'intérêt principal de la galerie nouvellement découverte réside dans quelques peintures paléolithiques, peu nombreuses, mais dont le style original offre un intérêt tout particulier. Dès la première galerie, sur la voûte très incurvée d'une petite salle ronde et basse au pied de laquelle s'étend le lit d'un ancien ruisseau, on découvre un groupe formé de chevaux et d'un félin, de style assez grossier, peints en traits de couleurs délavées, rouges et brunes. Le premier animal sur la gauche est fort mal conservé. Seul le trait qui dessine son poitrail est très net. Il se prolonge par un mufle court et une tête ronde qui font supposer que cet animal est un félin. Vient ensuite un grand cheval au trait rouge assez net (fig. 5) mais de style très grossier; comme le félin, il est tourné vers la gauche. La petitesse de sa tête et de ses pattes est remarquable. Le parallélisme de deux lignes courbes qui le traversent et dont l'une au moins semble amorcer une encolure, avec le dos et l'encolure d'un second cheval tourné en sens inverse, donne l'impression d'une certaine composition de l'ensemble.

On traverse ensuite plusieurs magnifiques galeries aux merveilleuses stalactites et au sol givré d'un blanc immaculé avant de rencontrer de nouvelles traces de l'activité artistique des paléolithiques. C'est d'abord, tout au fond de la grotte, dans une sorte de cul-de-sac, plusieurs groupes de disques rouges aux contours estompés et qui semblent avoir été disposés dans un ordre voulu, mais dont la signification nous échappe totalement. Ils représentent peut-être, comme à Niaux par exemple, une sorte de poteau indicateur primitif.

Tout près du principal de ces groupes en effet, alors que l'on peut croire qu'il n'y a plus rien à découvrir, s'ouvre dans la paroi rocheuse une étroite fenêtre dans laquelle on parvient à se glisser à condition de n'être point trop corpulent. Le boyau bifurque immédiatement à gauche, obligeant le corps malmené à se plier à angle droit. Quelques dizaines de centimètres plus loin, on débouche à travers un rideau de stalactites que quel-

que visiteur impatient a malheureusement brisé récemment, dans une petite salle approximativement ovale et large de 1,50 m. Le sol de cette cavité est formé par le lit d'un ancien ruisseau recouvert d'une couche de calcite épaisse et lisse à la surface de laquelle se trouvaient quelques minuscules fragments de charbon de bois roulés. A droite et à gauche, la roche s'abaisse, fermant le passage et cachant l'ancien cours que l'on retrouve d'ailleurs en différents endroits de la grotte. Sur la paroi, juste face à l'arrivant, est peint un bien étrange groupe d'animaux (fig. 6).

On distingue, d'abord, peints en traits noirs et brunâtres, trois corps massifs, globuleux, imbriqués parallèlement les uns dans les autres et dont le dernier se termine par une ridicule petite queue en tire-bouchon. Des pattes minuscules, d'ailleurs en partie effacées, les supportent. Trois têtes très fines, portées par d'étranges cous en forme de virgules renversées leur sont associées. Deux d'entre elles au moins portent d'élégantes petites cornes qui rappellent celles de quelque espèce d'antilopes. Tout l'arrière du groupe est strié de traits obliques et parallèles peints en noir qui, pour nos esprits modernes, évoquent une représentation de pluie. L'impression d'étrangeté de ces animaux ne fait que croître à mesure que l'examen s'approfondit : la tête et le cou de la bête qui se trouve à l'avant du groupe sont précédés d'une sorte de bouclier hérissé de pointes dont l'interprétation nous reste absolument imperméable. Les deux autres bêtes ne présentent rien de ce genre. Par contre le dernier arrière-train seul est orné d'une queue, alors que les deux autres ne portent aucun appendice. Enfin on s'aperçoit que chaque tête est liée par la ligne du dos à un arrière-train et par celle du poitrail et du ventre à un autre.

Outre ce groupe, la petite salle porte d'autres traces de l'activité humaine, non moins énigmatiques. En face de la scène, le long de la paroi, deux taches rouges diffuses sont situées au-dessus et de part et d'autre d'un orifice triangulaire formé par l'intersection de deux stalactites. L'ensemble évoque vaguement une représentation de seins et d'un sexe féminin; la roche extrêmement polie en cet endroit montre un passage ou un frottement répété. Juste à côté, une série de stalactites très courtes pendent du plafond. Plusieurs sont anciennement cassées. Plusieurs sont noircies, sans que l'on puisse dire avec précision s'il s'agit d'une peinture volontaire ou d'un noircissement naturel; et cette curieuse rangée de stalactites évoque je ne sais quelle extraordinaire rangée de seins que n'ont pas manqué de remarquer les primitifs, comme l'a le premier suggéré l'Abbé Lemozi.

Que signifie le groupe d'animaux qui fut peint il y a des milliers et des milliers d'années par un très lointain ancêtre,



Fig. 5. — *Cheval de la galerie du Combel.*
Fragment central d'un groupe. Le museau, allongé, est en partie oblitéré par une coulée de calcite.

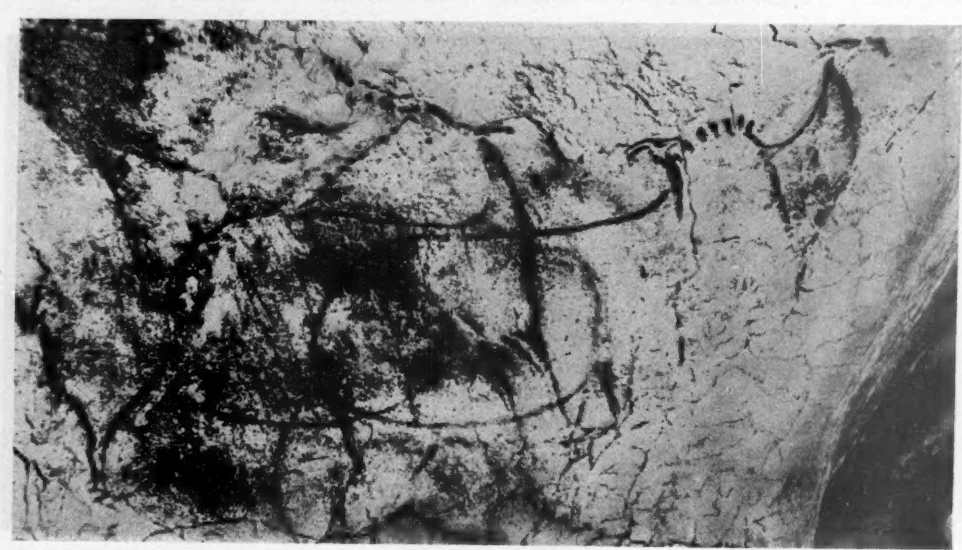


Fig. 6. — *Un groupe de la galerie du Combel.*
Animaux fantastiques à tête d'Antilope. Trait noir et brun foncé. Longueur du groupe : 1,30 m.
(*Photos* Emperaire).

chasseur de bisons et de chevaux sauvages ? Que signifient ces corps globuleux et ces têtes effilées, cette queue qui s'apparente nettement à celle du rhinocéros ou du sanglier et ces élégantes cornes d'antilope ? Nous n'en savons absolument rien. Les explications généralement admises de l'art paléolithique par la magie de chasse et l'envoûtement n'ont guère de sens ici. Certains voient dans l'animal qui se trouve en avant du groupe un rhinocéros, qui serait à la fois confirmé par la queue et démenti par la finesse des pattes. Nous ne suivons pas cette hypothèse, quoiqu'il y ait certes quelque chose du rhinocéros dans ce corps énorme, dans cette corne (?) (l'encolure de la première antilope) projetée en avant, et même peut-être dans cette étrange plaque hérissée de piquants. L'une ou l'autre hypothèse d'ailleurs laisse aussi mystérieux l'ensemble de la scène.

Toute explication ici serait prématurée. Quelques caractéristiques seulement peuvent être soulignées, mais qui sont d'un intérêt tout particulier. Il est évident en premier lieu que ces animaux ne représentent aucun être réel. Dans la faune contemporaine du Paléolithique récent, on pourrait peut-être attribuer les petites cornes à l'antilope saïga, mais rien dans le reste de la tête n'évoque le museau très busqué de cet animal ; de même le corps massif pourrait être celui d'un *Rhinoceros tichorhinus*, mais les pattes qui le soutiennent sont beaucoup trop fines ; les cous enfin, très conventionnels, et contrastant avec un certain réalisme des pattes, ne semblent appartenir à aucun animal connu. Pourtant la facture de l'ensemble est soignée, le trait est habile et net. Ce sont des êtres précis que l'artiste a dû vouloir représenter. Que ces êtres soient le fruit de son imagination ou de sa fantaisie, ou plus probablement soient des représentations d'êtres mythiques, d'êtres racontés, liés peut-être à quelque culte ou à quelque rite de la tribu, il ne s'agit en tous cas ni de maladresse, ni de négligence. Il faut souligner aussi le fait que ce panneau, comme celui qui représente des chevaux et un félin, est situé dans une petite salle fermée, juste au-dessus du lit d'un ruisseau. Il faut sans doute voir dans le choix de ces emplacements plus que le fait du hasard.



Fig. 7. — *Tête d'Ours gravée du Pech-Merle.*
Deux traits lui transpercent le cou.

Une autre caractéristique du groupe des trois animaux à tête d'antilope mérite qu'on y insiste. Les œuvres d'art paléolithique sont formées en grande partie par des représentations d'animaux isolés, ou par des groupes assemblés dans un désordre d'ailleurs peut-être souvent plus apparent que réel. Sans doute a-t-on trop souvent insisté sur le manque de composition des œuvres d'art rupestre. On pourrait citer bien des ensembles, bien des frises, délibérément composés. En tous cas, la scène du

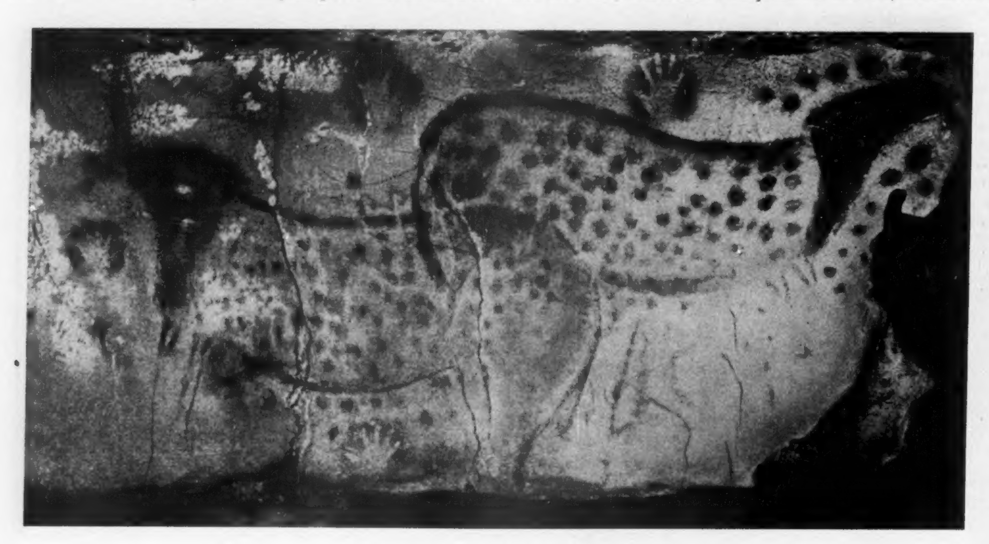


Fig. 8. — *Un groupe du Pech-Merle.*
Chevaux microcéphales peints en noir, entourés de décalques de mains. Ponctuations noires et rouges. Longueur d'un cheval : 1,50 m environ.
(*Photos* EMPERAIRE).

Combel constitue bien un groupe : les trois animaux en furent composés en même temps, et avec un certain souci d'harmonie et d'équilibre. Il est probable que les trois corps furent tracés d'abord, les trois têtes ensuite; le parallélisme des trois corps ovoïdes d'une part, des trois encolures de l'autre, s'explique mieux ainsi. On peut même se demander si cette ébauche noire, peu appuyée, qui ferme au centre de la frise le dernier arrière-train en une ellipse presque parfaite n'a pas servi à l'artiste à préparer et à équilibrer sa composition. Telle est en tout cas l'opinion de M. Gagnebain, artiste peintre et professeur de dessin à Genève, qui étudiait ces peintures en même temps que nous.

Il serait du plus haut intérêt de pouvoir dater cette œuvre. Il n'est pas impossible que ces animaux microcéphales s'apparentent de quelque façon aux chevaux de la grande salle également microcéphales, également composés, et dont les pattes également minuscules (deux pattes avant pour une patte arrière dans tous les cas) sont d'un style analogue (fig. 8) ; la comparaison des photos est intéressante. Les chevaux de la grande salle et les mains qui les entourent sont généralement attribués à l'Aurignacien, c'est-à-dire à une phase très ancienne du paléolithique récent. Les autres œuvres de la grotte, mis à part quelques dessins rudimentaires sur argile, très anciens, seraient plus récentes et appartiendraient au Magdalénien.

Malgré les analogies que nous venons de signaler, malgré l'absence totale de perspective dans la représentation des pattes, absence qui confirmerait une attribution à une époque ancienne de l'art paléolithique, il est hasardeux de rattacher les animaux fantastiques du Combel aux chevaux à ponctuations de la grande salle. Nous n'en sommes encore qu'à la phase des hypothèses, et comme aucune fouille n'a jamais été faite dans la grotte, nous croyons prématuré d'indiquer ici un âge ou une période. Il n'est pas impossible d'ailleurs que d'autres galeries à peintures ou à gravures soient un jour découvertes dans la même grotte ou aux environs, permettant de rattacher les unes aux autres les œuvres mystérieuses de la colline du Pech-Merle. Il n'est pas impossible non plus que quelque découverte d'outillage lithique ou d'art mobilier vienne orienter les recherches. Pour le moment, nous ne pouvons guère faire plus que d'enregistrer ce nouveau document.

Il est curieux que la découverte des animaux fantastiques du Combel soit pratiquement passée inaperçue. Les animaux imaginaires pourtant sont rares dans l'art paléolithique, et aucune représentation de ce genre n'avait jamais été signalée. Celle-ci nous montre une fois de plus la variété, la fantaisie d'une forme d'art non sclérosée, et que les surprises qu'il nous réserve ne sont sans doute pas closes.

A. Laming.

UN PIPE-LINE A HUILE DE BALEINE

En notre siècle de motorisation, alors qu'on peut hisser le pétrole sur le pavois et le proclamer roi du monde sans que personne sourcille, la vue d'un pipe-line évoque aussitôt la présence du précieux combustible. Et cependant, il en est où coulent d'autres liquides, du vin quelquefois et depuis peu de l'huile de baleine, source de margarine et de vitamines.

En effet, pour la première fois, en 1951, une station de pêche (ou de chasse) aux cétacés a été ouverte dans une des régions les plus désertes de l'Australie occidentale, à Babbage Island ; on a construit une courte jetée, quelques réservoirs et quelques baraquements pour recevoir les prises, les dépecer et les traiter. Et comme la côte est inhospitalière et qu'à moins de 7 km un port existe, Carnavon, où les cargos peuvent toucher terre et où ils embarquent déjà moutons, laines, bananes, on a amené et monté les éléments d'un pipe-line pour conduire l'huile jusqu'aux tankers. Carnavon devient ainsi un nouveau port baleinier, en un des points les plus favorables du globe pour surprendre les baleinoptères au moment de leur grande migration d'automne, alors qu'ils abandonnent l'Océan Antarctique pour venir se reproduire à la douce chaleur des tropiques. Dès l'an dernier, on y a vu trois bateaux chasseurs qui en 33 jours ont capturé 160 baleines, dont le dépeçage a fourni 8 t d'huile et 2,7 t de viande en moyenne pour chaque animal.

La pêcherie de Babbage Island, encore petite, possède déjà un équipement très perfectionné : bateaux puissamment armés, dispositifs de gonflage des cétacés et logements confortables à bord; à terre, derniers types de centrifugeuses pour l'extraction de l'huile, gigantesques réservoirs de 5 500 m³ de capacité prévus pour stocker l'huile des 600 baleines dont la capture est autorisée chaque année et le fameux petit pipe-line pour l'évacuer vers le seul port de commerce de cette côte désolée.

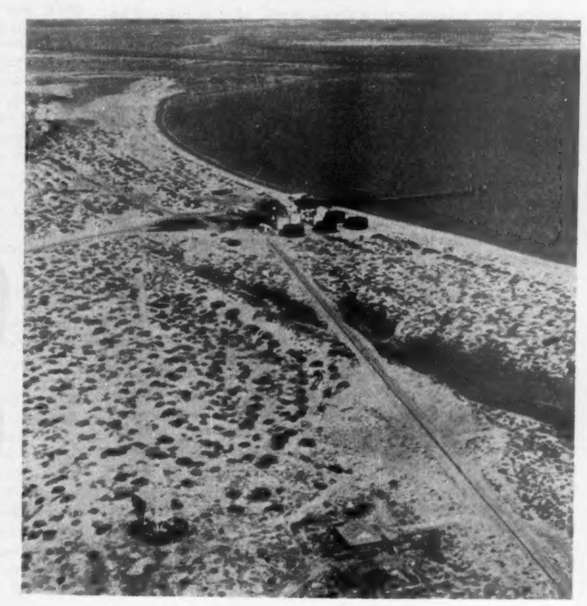


Fig. 1. — *Vue aérienne de Babbage Island.*
La jetée de débarquement, le centre baleinier et ses « tanks ». *En avant*, le phare du port de Carnavon. *En oblique*, le pipe-line à huile de baleine.
(Photo Ambassade d'Australie).

Les Scarabées Goliaths

Le Vivarium du Muséum d'Histoire naturelle s'est enrichi tout récemment d'une belle série de Scarabées Goliaths vivants, offerts et envoyés du Cameroun par un missionnaire français, le R. P. Carret, entomologiste averti, fidèle et précieux correspondant de notre établissement national.

Ces scarabées, dans la si importante et innombrable classe des Insectes, appartiennent à un groupe particulier de Coléoptères : les Cétoniides, représentés sur le globe par environ 3 500 espèces actuellement décrites.

Ils comptent parmi les plus gros Coléoptères connus, et ce sont indiscutablement les géants des Cétoniides. Les entomologistes ont distingué quatre espèces sous le nom de genre *Goliathus*; ce sont des représentants de l'une d'entre elles : *Goliathus goliathus* Drury, qui sont actuellement les hôtes du Vivarium.

Cette espèce mesure de 5 à 11 cm de longueur et de 2,5 à 5 cm dans sa plus grande largeur. « Quand un spécimen dépasse 10 cm, les collectionneurs se le disputent et, à 11 cm se jalousent furieusement », écrivait le R. P. Carret à l'occasion de son envoi. D'un noir verdâtre uniforme en dessous, le Goliath est sobrement mais élégamment coloré sur la face dorsale; l'avant-corps, d'un brun rouge presque noir, est strié de bandes blanc pur et les élytres sont habituellement d'un rouge velouté plus ou moins foncé; on trouve quelquefois des individus aberrants dont les élytres se recouvrent de taches blanches plus ou moins grandes ou fragmentées. Relativement fréquente chez les femelles, cette variation blanche est rarissime chez les mâles et, comme l'écrivait encore le R. P. Carret : « C'est alors un être mythique, comme le merle blanc, et pourtant il existe dans les collections entomologiques, sans avoir été peint! Depuis vingt ans que je le chasse au Cameroun, il ne m'a été donné d'en apercevoir qu'un seul, dans la nature, hors de portée, en plein midi. Il m'a vrombi au nez à ma première tentative de capture et s'est perdu dans les hauts arbres. J'en suis encore vexé comme au premier jour ».

Sa tête, très robuste, est ornée en avant, chez le mâle, d'un épais prolongement du clypeus, fourchu à l'extrémité, ainsi que de deux fortes carènes latérales bordant le dessus, de part et d'autre du milieu et situées au-dessus des antennes. Les femelles sont dépourvues de ce curieux et impressionnant ornement. Les antennes sont courtes et terminées en une massue formée de feuillets mobiles disposés d'un seul côté de l'axe antennaire. Le pronotum est très élargi, l'écusson bien développé. Les élytres sont larges à la base, endroit où l'insecte atteint lui-même sa plus grande largeur; ils sont fortement bombés et recouvrent parfaitement l'abdomen; ils protègent des ailes puissantes, d'un bleu d'acier. Les pattes sont très robustes, avec des tibias fortement armés à leur extrémité, d'épines acérées, les tarses se terminant pas de longs et puissants ongles crochus.

Ce Goliath, qui se rencontre en Afrique équatoriale française, ainsi qu'au Congo belge, s'étendant vers l'est jusqu'en Afrique orientale anglaise, présente sur son aire géographique de nombreuses variations dans la coloration. Les deux formes les plus remarquables sont : au Cameroun, *Goliathus goliathus* ab. *quadrimaculatus* Kraatz, presque entièrement blanche; au Katanga belge, *Goliathus goliathus meleagris* Sjöstedt, dont les élytres présentent des macules blanches séparées en multiples fragments. Les exemplaires d'Afrique orientale anglaise présentent fréquemment un liseré blanc le long du bord externe de l'élytre.

Les autres espèces appartenant à ce genre possèdent une répartition différente. Occupant le massif forestier africain occidental, le *Goliathus regius* Klug, que l'on rencontre du Sierra Leone au Nigéria, est plus sobrement coloré, d'un noir profond et velouté, avec un avant-corps de coloration presque identique à celle du *Goliathus goliathus*, mais les bandes blanches du pronotum sont plus élargies et se réunissent postérieurement. Les élytres sont noirs, avec une large macule suturale blanche, aux contours déchiquetés. Il cohabite avec le *Goliathus cacicus* Voet, dont les élytres sont blanchâtres avec un reflet nacré, les épaules laissant subsister la couleur foncière noire, qui apparaît également près de l'apex. Dans cette espèce, les parties ordinairement blanches du pronotum sont le plus souvent d'un ocre orangé; quand le blanc subsiste, il s'agit de la rare variété *Goliathus cacicus atlas* Nickerl, dont nous connaissons bien peu d'exemplaires. L'Afrique australe, enfin, possède également un Goliath, le *Goliathus albosignatus* Boheman, aux élytres striés en largeur de bandes irrégulières alternativement blanches et noires.

Rare dans l'ensemble, parce qu'étroitement localisé, le *Goliathus goliathus* a toujours été capturé par le R. P. Carret, ainsi que par nos collègues en Entomologie, MM. de Lisle et Vadon, dans les clairières de la forêt tropicale où pousse sa plante favorite : *Vernonia conferta* Bentham, une Composée à longues tiges, développant à 3 ou 4 m de larges feuilles cirées ressemblant à d'immenses feuilles de Chêne et dont les fleurs sont blanches.

Il est abondant certaines années dans les clairières peuplées de ses arbustes préférés : le R. P. Carret nous signale en avoir récolté 80 en deux semaines de chasse, sur une seule piste. Bien que susceptible d'être rencontré toute l'année, il a cependant ses principales périodes d'apparition de décembre à janvier, à la fin de la grande saison des pluies, manifestant particulièrement son activité en période de temps lourd et orageux. Sa capture est plus aisée aux heures fraîches du matin, lorsqu'il somnole, accroché aux branches du *Vernonia* : une secousse contre l'arbuste le fait choir à terre, étourdi. La chaleur venue, en plein midi, il commence son repas, enfoui dans les capitules blancs dont il lèche le pollen; vu de face, son avant-corps noir et blanc offre alors un curieux mimétisme avec les fleurs qui le supportent, comme l'a observé J. Vadon. Devenant sous le soleil d'une activité remarquable, le moindre geste

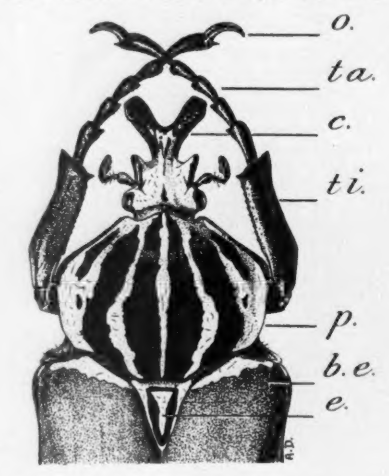


Fig. 1. — *Avant-corps de* Goliathus goliathus.

o., ongle ; *ta.*, tarse ; *c.*, clypéus ; *ti.*, tibia ; *p.*, pronotum ; *b.e.*, base élytrale ; *e.*, écusson.

(*Dessin de* A. Descarpentries).

suffit pour l'alerter, il s'envole alors lestement, émettant, de concert avec ses congénères, un vrombissement assourdissant, comparable à celui d'un petit avion.

Privés de leur nourriture habituelle, nos Goliaths du Vivarium semblent s'accommoder fort bien d'une alimentation composée essentiellement de bananes en voie de fermentation; ils restent de longues heures immobiles à savourer ce repas.

Très averties de la Botanique, nous conte le R. P. Carret, au point d'avoir désigné de noms vernaculaires la plupart des essences forestières et dénommé bien des plantes, des herbes même, les populations Bantou des différentes tribus du sud du Cameroun englobent sous un même nom presque tous les insectes, Bikaka, Bitande, Mekamba, Matanda, confondant genres et espèces dans un mépris général. Même ce roi des insectes n'a pas de nom spécial; il est pourtant bien connu des enfants noirs qui, s'amusant comme nos écoliers avec les Hannetons, le font voler à grand bruit, le proposant en vente aux Européens de passage.

De son côté, M. de Lisle a constaté la répulsion des indigènes envers le Goliath. A l'exception des enfants, ils répugnent à le prendre à la main, le jet d'excréments liquides qu'il expulse souvent lorsqu'il est saisi étant, croient-ils, un virulent poison. Il est bien inoffensif cependant; ses seuls moyens de défense sont les épines qu'il porte aux tibias et les griffes acérées de l'extrémité des tarses, armes qu'il peut implanter dans la chair, dans une crispation soudaine et puissante ; à ce moment, pronotum et élytres sont largement écartés, et il devient imprudent, en voulant le saisir, de poser le doigt dans l'ouverture de cette charnière béante : un brusque redressement de l'avant-corps, et le doigt est pincé violemment.

Ce magnifique scarabée se présente ainsi au dernier stade de son développement; son rôle principal sera la procréation. Nous ignorons sa durée de vie précise; mais le record obtenu précédemment au Vivarium avec un *Goliathus cacicus* fut de 7 mois; on avait toutefois empêché tout accouplement, qui semble abréger la survie.

Comme tous les Coléoptères, les Goliaths sont des insectes holométaboles, c'est-à-dire à métamorphoses complètes, ce développement comportant trois états successifs après l'éclosion de l'œuf : la larve, la nymphe et l'imago ou insecte parfait. La larve rappelle par son aspect général celle du Hanneton, communément appelée « ver blanc »; le corps est charnu, mou, arqué, à peine sclérifié, muni de pattes peu développées; la tête est assez grosse et montre de fortes pièces buccales broyeuses; sa taille maximum, acquise après des mues successives, peut atteindre ou même dépasser 15 cm. C'est une des plus grosses larves du monde des insectes. Sans données précises sur la durée de la vie larvaire, il est permis de supposer qu'elle est de plusieurs années, le Hanneton ayant lui-même un cycle évolutif trisannuel.

Vivant à l'intérieur des troncs des arbres en décomposition et se nourrissant de ces débris végétaux, cette larve est peu agile; elle peut cependant se mouvoir quelque peu par une série d'ondulations qui se propagent le long du corps, les pattes ne jouant aucun rôle. Un entomologiste américain a signalé qu'au Congo belge les Noirs sont friands de cette larve : ils la recherchent et la dégustent après l'avoir fait griller au bout d'un bâton.

Aux approches de la nymphose, la larve se constitue une coque nymphale, en agglomérant de fines particules végétales mélangées à ses déjections avec un ciment d'origine intestinale, la coque qui en résulte est soigneusement polie à l'intérieur, se présentant sous la forme d'une grosse boule, de la taille d'un pamplemousse, nous a confié M. de Lisle, qui eut l'occasion rare d'en rencontrer une ayant roulé sur la piste qu'il longeait. A l'intérieur de cette coque protectrice, la larve, après une dernière mue, prend un tout autre aspect : le futur scarabée se dessine et, sous l'enveloppe nymphale, on peut distinguer ses pattes et ses ébauches alaires. Cet état se prolonge quelques

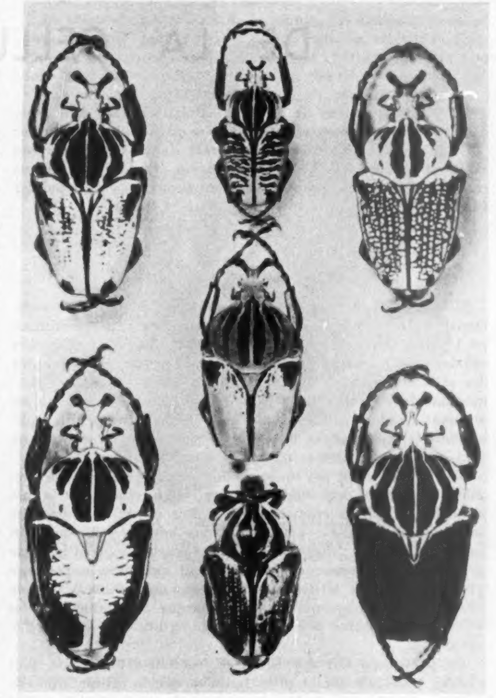


Fig. 2. — *Différentes espèces du genre* Goliathus *et variations les plus remarquables.*

En haut, de gauche à droite : *Goliathus goliathus* ab. *quadrimaculatus*, *G. albosignatus*, *G. goliathus meleagris* ; au milieu : *G. cacicus* ; en bas, de gauche à droite : *G. regius*, *G. goliathus* femelle, *G. goliathus* mâle.

(*Collection* G. Ruter. *Photo* M. Gillot).

mois et, lorsque l'adulte est entièrement formé, l'enveloppe nymphale se rompt et l'insecte en sort, encore tout fripé et mou; au bout de quelques heures, il atteindra ses dimensions et sa rigidité définitives. Prenant alors son vol, il partira, sous le chaud soleil, à la recherche des fleurs du *Vernonia*, rencontrant bientôt, parmi ses congénères qu'il a rejoints, la femelle qui assurera sa descendance.

M. de Lisle a signalé une curieuse observation relative à la recherche des femelles par les mâles; ayant rapporté à Douala des femelles capturées à Eseka et tuées depuis deux jours, et les ayant déposées près d'une fenêtre, afin de les faire sécher, quelle ne fut pas sa stupéfaction d'entendre et de voir s'abattre bruyamment, sur la planchette de séchage, un Goliath mâle, or ce scarabée n'a jamais été capturé, à sa connaissance, à moins de 40 km de Douala. Ce fait confirme de précédentes observations, obtenues avec des femelles vivantes. Il est à rapprocher de ceux, nombreux, observés avec les Lépidoptères, en particulier les Saturniides, dont il est facile d'attirer les mâles en utilisant une femelle fraîchement éclose et maintenue en captivité. Selon J. Bourgogne, c'est l'odorat qui serait principalement en jeu.

André Descarpentries,
Assistant au Muséum.

L'ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DE LA CELLULE VIVANTE

Diverses questions de biologie cellulaire devant être exposées dans notre revue, il nous a paru utile de rappeler d'abord la constitution générale de la cellule vivante et les méthodes classiques d'observation. Ces notions seront complétées dans les exposés que nous serons appelés à publier sur les méthodes plus modernes de la Cytologie.

*
* *

Nous laissons de côté pour l'instant les cellules plus rudimentaires des microbes et celles, plus complexes, des protozoaires les plus élevés en organisation, ainsi que les êtres inférieurs ordinairement formés d'une masse où l'on ne peut compter des cellules distinctes (champignons et algues siphonés, plasmodium des Myxomycètes). Tous les autres êtres, végétaux ou animaux, sont constitués d'un ensemble de cellules bien individualisées, très variées de formes et de dimensions mais où l'on retrouve les mêmes parties essentielles.

Bien qu'elle n'ait pas toujours un caractère absolu, une première distinction peut être faite entre cellule végétale et cellule animale. La cellule végétale est à la fois mieux délimitée par sa membrane épaisse; poussant moins loin sa différenciation morphologique et fonctionnelle, elle s'écarte moins d'un type général; on y trouve des organites de première importance physiologique, les plastes, qui manquent aux animaux (et aux champignons). L'appareil de Golgi, propre à certaines cellules animales, est moins général et d'une signification encore discutée.

On peut donc dire que la cellule végétale est à la fois plus visible, plus générale et plus complète que la cellule animale. C'est pourquoi ce sont des botanistes qui ont d'abord fait faire les plus grands progrès à la Cytologie; et c'est par la description de la cellule végétale que commence toute étude élémentaire des cellules vivantes.

Les organites cellulaires

Nous nous conformerons à la tradition en décrivant sommairement, telle qu'elle apparaît sous le microscope, une cellule vivante de la tunique externe d'un bulbe d'Oignon (*Allium Cepa*) une des cellules les plus grandes et les plus commodes à observer sans préparation spéciale (fig. 1 et 2).

Cellule très grande en effet, puisqu'elle ne mesure pas loin de 100 μ (ou 100 microns) de long sur 30 à 40 μ de large (1 μ = 0,001 mm). Elle est limitée par une cloison épaisse de 1 à 2 μ, cloison qui lui est commune dans le plan d'observation avec six cellules contiguës. Cette cloison se subdivise en plusieurs couches de structures différentes que nous ne pouvons distinguer ici; elle mériterait une étude spéciale.

A l'intérieur, la matière vivante essentielle plus ou moins fluide (*protoplasme*), comprend deux parties bien distinctes. Non loin du centre, c'est d'abord le *noyau*, dont le protoplasme apparaît légèrement pommelé, indice d'une structure que nous ne pouvons détailler davantage sans artifices de préparation. Le protoplasme du noyau est plus réfringent que celui du reste de la cellule, c'est ce qui nous permet de l'apercevoir; à l'intérieur du noyau, de petits corps sphériques sont encore plus réfringents : ce sont les *nucléoles*. Noyau et nucléoles jouent un rôle essentiel dans la multiplication et la différenciation des cellules, donc dans l'hérédité. Nous savons que le noyau contient de la chromatine, qui s'organise en chromosomes au moment de sa division, mais nous ne pouvons rien en distinguer ici.

Portons notre attention sur le *cytoplasme*, partie du protoplasme extérieure au noyau. Dans beaucoup de cellules observées ainsi sans préparation, le cytoplasme paraîtrait limpide et vide. Mais dans cette cellule exceptionnelle, et sous notre microscope parfaitement réglé, il se montre parsemé de figures variées, correspondant à des catégories d'organites bien distinctes. En réalité on n'a appris à les distinguer que par des méthodes que nous évoquons plus loin. Brûlons pourtant les étapes et cherchons à les nommer dès maintenant.

Nous distinguons d'abord (fig. 1) quelques enclaves moins réfringentes, aux contours arrondis, souvent ovoïdes, soit plus petites, soit plus grandes que le noyau. Ce sont des *vacuoles*, mot qui évoque l'idée de vide; elles sont en effet vides de protoplasme mais pleines d'un liquide ici incolore, pouvant dans d'autres cas contenir des pigments. Leur volume augmente avec l'âge et dans une cellule vieillie (fig. 2), elles finissent par se réunir en une seule grande vacuole occupant presque toute la cellule; le cytoplasme est alors réduit à une couche plaquée contre les parois et à quelques trabécules traversant la vacuole de part en part ou pouvant s'anastomoser. Les vacuoles ont un rôle complexe : régulation de la pression interne, entrepôt de matières de réserve ou d'excrétion. La cellule animale ayant avec l'extérieur des relations beaucoup plus faciles, les vacuoles y sont moins utiles et beaucoup plus rares.

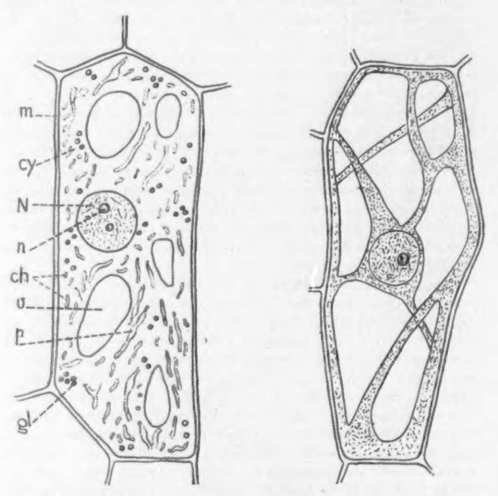


Fig. 1 et 2. — *Cellules de bulbe d'oignon observées sans préparation.*
A gauche, jeune cellule avec petites vacuoles ; *m*, membrane ; *cy*, cytoplasme ; *N*, noyau ; *n*, nucléole ; *ch*, chondriosomes ; *v*, vacuole ; *p*, plaste ; *gl*, granulation lipoïdique. *A droite*, cellule âgée, avec une seule grande vacuole traversée par des trabécules de cytoplasme ; les organites du cytoplasme ne sont pas représentés.

Passons aux organites plus petits inclus dans la masse du cytoplasme. Ils se classent d'abord par leur taille en deux catégories : il y a de petits corps arrondis d'un diamètre de 1 μ

et des filaments de même diamètre, mais plus ou moins allongés, les uns d'épaisseur assez régulière, les autres comportant des renflements. Parmi les petits granules il en est qui sont plus réfringents et qui offrent un contracte lumineux plus accusé : on les nomme quelquefois des *microsomes*, appellation qui n'engage à rien puisqu'elle veut dire « petits corps »; mais on sait que ces microsomes sont des grains de matière grasse, et on les appelle aussi *granulations lipoïdiques*. Les autres granules moins parfaitement sphériques, moins visibles parce que moins réfringents, sont de même nature que les filaments les plus réguliers. Les uns et les autres sont des *chondriosomes*. Les petits sont communément appelés *mitochondries* et les plus longs *chondriocontes*. Ces derniers sont des mitochondries qui se sont allongées en vieillissant et ils se divisent de nouveau en mitochondries quand la cellule se divise elle-même. Ils joueraient un rôle dans le métabolisme cellulaire et notamment dans la respiration.

Parmi les filaments, il reste ceux qui sont affectés de renflements. Ce sont des *plastes*, nom moins rébarbatif tiré d'un verbe grec que l'on retrouve dans « plastique » et qui veut dire façonner. Dans leurs renflements, les plastes contiennent en effet des grains de substances de réserve qu'ils ont, si l'on veut, façonnés. Selon les cellules et leurs conditions de vie, les plastes peuvent former de la chlorophylle, de l'amidon ou d'autres substances. La chlorophylle, pigment grâce auquel la cellule met à profit l'énergie lumineuse pour dissocier l'eau et le gaz carbonique et édifier des molécules organiques, ne peut se former ni subsister dans l'obscurité. Notre bulbe d'oignon n'en contient pas. Une cellule de feuille nous montrerait des plastes à chlorophylle, ou chloroplastes.

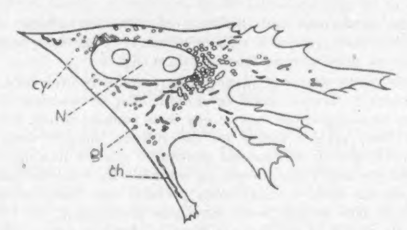


Fig. 3. — *Une cellule conjonctive animale.*

Mêmes notations que pour la figure 1. Il n'y a pas de membrane distincte. (D'après Strangeways et Canti. R.-J. Gautheret, *La Cellule*, Albin Michel).

La présence des plastes est l'apanage des plantes vertes et de certains protozoaires. Les animaux, en étant dépourvus, sont obligés d'emprunter au monde végétal des molécules organiques toutes constituées. Il en va de même pour les champignons.

Fixation et coloration

Dans la plupart des cellules, les différences de réfringence entre les constituants dont nous venons de parler sont insuffisantes pour permettre de les distinguer. Cette difficulté a été tournée par les procédés de fixation et de coloration. Les diverses parties de la cellule ayant des constitutions chimiques différentes, on peut s'attendre à les voir retenir des matières colorantes différentes, et l'on peut tenter un premier classement chimique des éléments cellulaires d'après les affinités ainsi révélées.

La plupart des colorants tuent les cellules, et les tuent en les altérant, de sorte que ce que nous voyons ne correspond plus à la structure vivante. L'inconvénient est plus ou moins évité par les fixateurs. Fixer une cellule, c'est lui faire subir une préparation chimique qui la tue rapidement et, si l'on peut dire, proprement, en respectant sa configuration, en fixant définitivement sa structure. Selon sa nature, le fixateur adhère à des éléments particuliers de la cellule. Un lavage avec un solvant approprié enlève l'excès de fixateur. On trempe la préparation dans un colorant judicieusement choisi qui adhère à son tour aux parties fixées; on lave une deuxième fois pour enlever le colorant partout ailleurs. Il est souvent nécessaire de faire suivre l'action du fixateur par celle d'un mordant destiné à retenir le colorant.

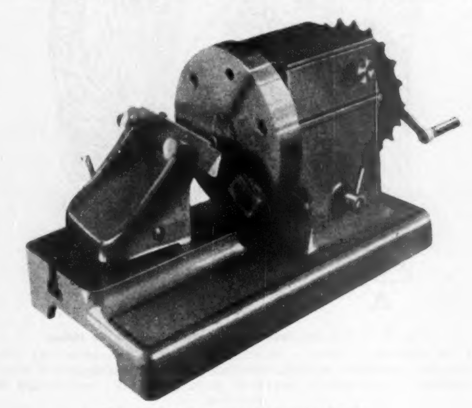


Fig. 4. — *Microtome de Leroux-Seguin.*

Appareil construit par Cogit. La préparation, incluse dans la paraffine, est fixée sur le disque qui à chaque tour se rapproche du rasoir. Une vis micrométrique règle l'épaisseur des coupes entre 2 et 17 μ.

Il a fallu un nombre immense d'expériences pour trouver les fixateurs et les colorants convenables et on en essaye tous les jours de nouveaux. De nombreux savants ont consacré leur vie à ces essais, et parfois en pure perte. Des fixateurs employés pendant de longues années altéraient gravement les cellules. Ainsi des travaux abondants ont décrit des structures illusoires dans le cytoplasme. C'est pourquoi les biologistes les plus prudents ne considèrent pas une structure comme certaine avant de l'avoir vérifiée par le plus grand nombre possible de procédés et sur les cellules les plus diverses. Bien des problèmes attendent encore des techniques de coloration plus appropriées. C'est toutefois le procédé de la fixation et de la coloration qui permet de faire une première distinction entre les éléments de nature différente et c'est par là que doit commencer toute étude cytologique. En général, les cellules se présentent sous une épaisseur qui ne permet pas une observation convenable. Il faut faire des coupes minces que l'on pratique au microtome (fig. 4) après inclusion dans la paraffine. La fixation est réalisée avant l'inclusion, et la coloration après.

Le noyau cellulaire a été le premier étudié, car dans son protoplasme existe une substance fixant avec énergie les colorants, surtout les colorants basiques comme le vert de méthyle; cette affinité lui a fait donner le nom de chromatine. C'est de chromatine que sont principalement constitués les chromosomes qui s'organisent dans le noyau au moment de la division cellulaire, et qui sont les supports au moins principaux de l'hérédité. Au contraire les nucléoles, que nous avons vus dans le noyau, ne prennent pas le vert de méthyle, basique, mais se colorent à la fuchsine, colorant rouge, acide.

Il faut employer des techniques beaucoup plus délicates pour mettre en évidence, sans les troubler gravement, les structures du reste de cellule, incluse dans le cytoplasme. Les fixateurs employés pour le noyau comprennent de l'acide acétique ou

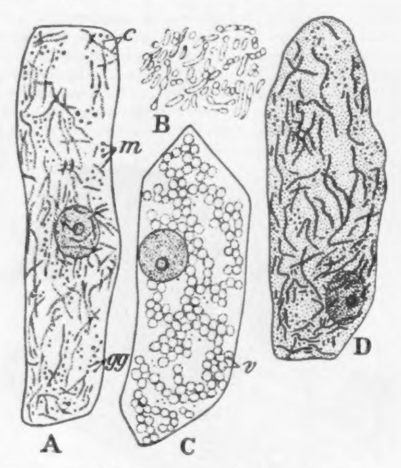


Fig. 5. — *Cellules épidermiques du périanthe de tulipe.*
A, en observation vitale : *c*, chondriocontes ; *m*, mitochondries ; *gg*, granulations lipoïdiques. **B** et **C**, transformation des chondriocontes et mitochondries en vésicules, *v*, avec mort de la cellule. **D**, après fixation et coloration.
(D'après Guilliermond, *Le Chondriome*, Hermann).

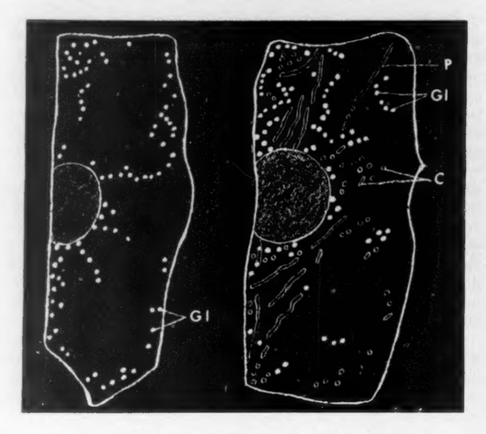


Fig. 7. — *Cellules de bulbe d'oignon à l'ultra-microscope.*
A gauche, jeune cellule où les granulations lipoïdiques sont seules visibles. *A droite*, les chondriosomes et les plastes sont faiblement éclairés. Les plages entièrement noires correspondent à des vacuoles invisibles.
(D'après Guilliermond, *op. cit.*).

de l'alcool; or ces deux corps détruisent les lipides, c'est-à-dire les corps gras, que contiennent les chondriosomes et les plastes, qui sans leurs lipides ne peuvent plus se colorer. Il faut donc adopter des techniques spéciales, dites mitochondriales, du nom des mitochondries qui sont, comme nous l'avons vu, les chondriosomes les plus petits. Ces méthodes comportent par exemple la fixation par un mélange d'acide osmique et d'acide chromique, puis en règle générale l'imprégnation prolongée, qui peut durer plusieurs jours, dans le bichromate de potassium, ce corps ayant pour action de rendre les lipides insolubles. Ensuite on colore par la fuchsine, le violet cristal ou, en noir, par l'hématoxyline ferrique (fig. 5 D).

Tous les fixateurs et colorants ne sont pas aussi sélectifs. Ainsi les chondriosomes ne sont pas seuls, avec les plastes, à se colorer par les méthodes mitochondriales. Ils peuvent être confondus avec les granulations lipoïdiques, et aussi avec des bactéries dont la présence n'est pas rare dans la masse du cytoplasme. Mais on distinguera aisément les granulations lipoïdiques par la coloration brune que leur donne l'acide osmique; quant aux bactéries, elles résistent à l'action des fixateurs à l'alcool et à l'acide acétique qui détruisent les chondriosomes. La comparaison de deux figures, l'une où apparaissent à la fois chondriosomes et bactéries, l'autre où seules ces dernières ont subsisté, permet de faire la distinction. Ainsi a-t-on pu établir qu'au moment de la division cellulaire, les bactéries et les chondriosomes, jusque-là mélangés dans le cytoplasme, se répartissent en deux groupes bien distincts (fig. 6).

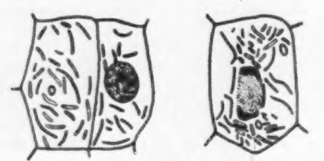


Fig. 6. — *Cellules de lupin avec bactéries symbiotes.*
Méthode permettant de colorer les chondriosomes en rouge (ici en noir) et les bactéries en bleu (ici en gris). *Au centre*, dans la cellule en voie de division, les bactéries se sont accumulées aux pôles du fuseau.
(D'après Guilliermond, *op. cit.*).

Mais quelle que soit la perfection, toujours croissante, des méthodes de fixation avant coloration, elles ne sauraient à elles seules nous apprendre tout ce que nous voulons savoir. En premier lieu, malgré toutes les précautions, malgré toutes les comparaisons, il subsiste une possibilité que les fixateurs nous offrent un aspect mensonger ou déformé. En outre la fixation, comme son nom l'avoue, nous présente une image morte et statique. Elle ne peut nous renseigner directement sur l'évolution du vivant et sur ses mouvements. Sans doute un observateur exercé, possédant une série de coupes prises aux différents stades d'un phénomène vital, peut-il reconstituer la marche de ce phénomène. Mais cette reconstitution gardant souvent une part d'incertitude, il devra chercher à la compléter par l'observation directe sur le vivant, ou *observation vitale*, à laquelle nous procédions sur notre cellule d'*Allium Cepa*.

Observation vitale

L'observation vitale, soit par éclairage direct, soit mieux encore à l'ultra-microscope, c'est-à-dire sur fond noir avec éclairage latéral (fig. 7) a confirmé les figures du noyau obtenues par coloration, de même que les formes des chondriosomes et des granulations lipoïdiques fournies par les méthodes mitochondriales (fig. 5 A et D). Au contraire elle ne confirme pas les différentes structures apparues dans la masse du cytoplasme lui-même après certaines colorations (en dehors des chondriosomes et autres organites cités).

Invisibles dans presque toutes les cellules vivantes, les chromosomes n'avaient pu être observés qu'après fixation. Aussi les figures qu'ils dessinent pendant la division du noyau furent-elles mises en doute comme pouvant résulter des artifices de préparation chimique. Fort heureusement, on put trouver une plante, le *Tradescantia*, où les chromosomes sont visibles dans les cellules vivantes des poils des étamines; on découvrit ensuite qu'il en était de même pour les cellules épithéliales des larves de triton, puis pour les globules rouges du même animal. Avec toutes les précautions requises, on peut observer sous le micro-

scope l'évolution des chromosomes dans les cellules encore vivantes; le docteur Comandon en a même réalisé un film. Les figures sont bien analogues à celles que donnent les mêmes cellules fixées.

L'observation vitale requiert d'ailleurs de minutieuses précautions opératoires. Les tissus violemment arrachés ou découpés en tranches minces s'altèrent très rapidement; il faut choisir des assises cellulaires peu épaisses par nature, telles que les feuilles d'*Elodea canadensis*, qui sont formées de deux couches de cellules. Cette plante aquatique a en outre l'avantage de ne pas s'altérer dans l'eau pure. Les cellules des plantes aériennes, isolées des tissus protecteurs, ne résistent pas à un séjour dans l'eau; on les immerge dans un liquide spécial de suffisante tonicité, comme le liquide de Ringer, qui est de l'eau contenant des chlorures de sodium, de potassium et de calcium. Même dans ce liquide, les chondriosomes ne tardent pas à se gonfler et il faut les observer sans tarder. L'asphyxie due à l'immersion, la pression pourtant légère de la lamelle couvre-objet; sont des causes d'altération rapide (fig. 5 B et C).

L'observation vitale est plus commode et plus sûre quand elle porte sur des êtres vivants comme les algues et les champignons inférieurs qu'on peut maintenir dans leur milieu de culture jusque sous le microscope. D'ingénieux expérimentateurs ont pu étendre ce principe aux radicelles des plantes supérieures qu'on s'arrange à faire germer directement en liquide nutritif entre lame et lamelle. Différents artifices permettent de supprimer la pression de la lamelle sur la lame. Citons la technique simple et pratique de R. Legendre (fig. 8) et celle de la goutte pendante où la préparation est placée sous la lame et y adhère par capillarité (fig. 9).

Colorants vitaux

Les cellules livrant des détails intéressants à l'observation vitale sans coloration sont rares. On a donc cherché des colorants, dits vitaux, qui ne tueraient pas les cellules. Il en existe, mais la plupart n'accordent à la matière vivante qu'un bref sursis, comme le vert Janus, les violets de Dahlia et de méthyle. Des doses très faibles de ces corps, ajoutées au milieu de culture d'un champignon filamenteux du genre *Saprolegnia*, arrêtent le développement du champignon. On peut voir alors les chondriosomes se colorer tandis que les mouvements du cytoplasme continuent encore; mais la coloration des chondriosomes est bientôt suivie de leur gonflement et de la mort de la cellule. Le noyau se colore par les mêmes substances dans des conditions analogues.

Un certain nombre de colorants basiques sont mieux tolérés; ce sont ceux qui se fixent électivement dans les enclaves cellulaires qu'on peut considérer comme ne faisant pas partie intégrante de la matière vivante, vacuoles et granulations lipoïdiques. Des feuilles d'*Elodea* baignant par exemple dans une solution très diluée de bleu de méthylène, le bleu traverse le protoplasme pour aller se concentrer dans les vacuoles; il peut même y dépasser beaucoup la concentration de la solution préparée. Le phénomène est dû au fait que les vacuoles des cellules d'*Elodea* contiennent du tanin que le bleu de méthylène fait précipiter. Le bleu est adsorbé sur les particules de tanin, et sa concentration dans le suc vacuolaire n'est donc qu'apparente.

Le colorant vital par excellence est le rouge neutre, qui n'est toxique qu'à une concentration de deux millièmes. Additionné avec précaution au milieu de culture d'un champignon, il peut ne point entraver son développement. Mais il ne colore strictement, lui aussi, que les vacuoles. La matière vivante proprement dite, noyau ou cytoplasme, ne se colore jamais que quand la cellule meurt.

C'est donc surtout dans l'étude des vacuoles que les colorants vitaux rendent de grands services. Ils ont permis par exemple de suivre l'évolution des vacuoles dans les cellules embryonnaires, dans les spores et les grains de pollen où, aussi bien après fixation qu'à l'observation vitale sans coloration, elles sont extrêmement difficiles à déceler.



Fig. 8. — *Méthode de R. Legendre.*
On pratique à la flamme une légère torsion des angles de la lamelle qui ainsi n'écrasera pas la préparation sur la lame porte-objet.
(D'après Langeron, *Précis de Microscopie*, Masson).

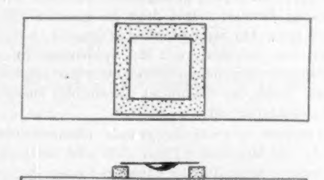


Fig. 9. — *Méthode de la goutte pendante.*
La lamelle porte-objet repose sur une cellule en carton. *En bas*, on voit la goutte dans laquelle se trouve l'objet microscopique à étudier.
(D'après Langeron, *op. cit.*).

* * *

Tels sont les principes généraux des premières techniques, dites classiques, que les cytologistes ont employées dans l'étude de la structure et de l'évolution morphologique de la cellule. Il faudrait y ajouter les observations en lumière polarisée, en contraste de phase, au microscope électronique, etc. Mais la pure observation est évidemment insuffisante pour préciser la constitution physico-chimique et le rôle physiologique des divers éléments cellulaires. Il faut expérimenter.

C'est déjà faire une expérience que de voir les chondriosomes se gonfler dans l'eau ou sous l'effet des colorants dits vitaux, que de voir une cellule éclater dans l'eau pure ou au contraire se plasmolyser dans un milieu hypertonique. Mais la technique moderne en réalise de plus instructives. Les appareils de micro-dissection, qui ont déjà fait l'objet d'un exposé dans cette revue, permettent de pratiquer sur une cellule les interventions chirurgicales les plus délicates. La centrifugation sépare les constituants selon leur densité et en opère le classement dans la cellule même ; réalisée sur de nombreuses cellules broyées, elle permet l'analyse chimique des constituants ainsi séparés. La micro-incinération, la micro-spectrophotométrie poursuivent cette analyse sur les éléments en place. Enfin les cultures de tissus et les techniques qui leur sont associées multiplient presque à l'infini les observations et expériences au service de la Cytologie moderne.

Paul Ostoya.

Statistique des causes de décès en France

La Nature a déjà attiré l'attention sur cette question (n° 3158, juin 1948) à propos des données publiées par la Statistique générale de la France pour les années 1945 et 1946. Depuis, le système d'enquêtes a fait de nouveaux progrès sous l'impulsion de l'Institut national de la Statistique et des Études économiques et les résultats obtenus ont régulièrement trouvé place dans le *Bulletin mensuel de Statistique* de cet Institut. On dispose ainsi dès maintenant des renseignements relatifs aux récentes années, depuis 1946, année du dernier recensement, jusqu'à la fin de 1950.

Longtemps, les décès ne donnèrent lieu qu'à une déclaration d'état civil; leurs causes n'étaient généralement connues que par la déclaration des témoins ou tout au plus du médecin traitant et ce n'est guère qu'à Paris qu'un médecin de l'état civil se rendait auprès du décédé et contrôlait les dires. Presque partout ailleurs en France, même dans les grandes villes aucune visite n'était faite. On risquait ainsi d'ignorer, soit des morts violentes (crimes, suicides), soit des épidémies. En outre, les médecins traitants répugnaient à intervenir par respect du secret professionnel. Enfin, les documents rassemblés étaient difficiles à exploiter statistiquement.

Depuis quelques années, de grands changements ont été accomplis. Les déclarations à l'état civil sont inscrites et transmises aux centres de statistique dans des formes qui permettent des classements mécanographiques. On obtient ainsi des renseignements rapides et précis sur les divers mouvements de la population : naissances, sexes, âges, nuptialité, fécondité, mortalité, migrations, etc. Les recensements périodiques ne servent plus que de contrôle des données d'état civil. Dans un certain nombre de villes, les déclarations de décès sont suivies d'une visite d'un médecin d'état civil qui vérifie la cause indiquée et la classe selon une nomenclature arrêtée par des conférences internationales successives et dont la dernière revision date de 1948. Les renseignements médicaux inscrits sur un bulletin spécial anonyme, sans indications indiscrètes, sont transmis à l'Institut de Statistique qui les met en œuvre par des machines à calculer, selon des méthodes éprouvées.

Il ne manque plus, pour avoir un tableau complet de l'état démographique et sanitaire du pays qu'une statistique de morbidité, beaucoup plus difficile à établir. Les établissements où l'on groupe les malades : hôpitaux, cliniques, consultations, hospices, asiles d'aliénés, services spécialisés, ne voient qu'une partie de la population, et s'ils sont commodes pour observer des cas peu fréquents, ils ne peuvent donner une idée de l'importance des endémies et des épidémies. Seules, les maladies contagieuses graves sont soumises à une déclaration obligatoire. Beaucoup de troubles de santé échappent à tout contrôle, soit par ignorance ou négligence des patients, soit à cause des difficultés de diagnostic, soit encore qu'il s'agisse de maladies inapparentes, ou très rares, ou encore mal connues. Peut-être, dans l'avenir, la généralisation de la sécurité sociale permettra-t-elle d'aborder le problème de la morbidité par les mêmes moyens qui servent pour les statistiques de mortalité.

Actuellement, la statistique des décès est assez complète, puisque l'I.N.S.E.E. admet que seulement 2,5 pour 100 de ceux-ci échappent à son dépouillement. Par contre, la statistique des causes est moins parfaite et laisse échapper 13 pour 100 des cas, notamment du fait de la précision des catégories dans la dernière nomenclature internationale.

Quoi qu'il en soit, voici les résultats provisoires de l'enquête portant sur l'année 1950, comparés à ceux des années précédentes, pour les 90 départements de la France métropolitaine.

En 1950, il a été déclaré 526 280 décès pour une population de 41 768 250 habitants, soit un taux de mortalité de 126 pour 10 000 habitants. C'est le plus bas observé (après 1948) depuis le début du XIXe siècle, que des statistiques existent. En 1801, date du premier dénombrement régulier, la France comptait 27 500 000 habitants et enregistrait 762 000 décès, soit un taux de mortalité de 277. Certes, le nombre des décès peut varier beaucoup d'une année à l'autre; une épidémie comme celle du choléra en 1832, ou même celle de grippe de l'hiver 1949, suffit pour l'augmenter; chaque guerre l'accroît considérablement : le taux approcha de 300 en 1814 du fait de la campagne de France; il atteignit 351 en 1871 et monta encore à 286 en 1918. Mais si l'on considère les périodes normales ou si l'on amortit les écarts en établissant des moyennes, on voit le taux de mortalité baisser régulièrement depuis 150 ans; il descendit au-dessous de 200 dans les dernières années du XIXe siècle; il fut en ces cinq dernières années (1946 à 1950) de 130 seulement, soit moins de la moitié de celui de l'époque napoléonienne. La baisse fut surtout sensible à la fin du siècle dernier, au moment où l'on appliqua les découvertes pastoriennes; elle s'accélère depuis vingt ans, du fait des progrès de la médecine, de la chirurgie et de la thérapeutique. Les chances de survie, de vieillesse sont donc considérablement augmentées pour chacun. Mais les charges sociales ne cessent pas de croître à mesure que la proportion des vieillards augmente. Il est trop tôt pour apercevoir les conséquences des lois récentes organisant la Sécurité sociale et les allocations familiales, mais il n'est pas douteux qu'elles contribueront sensiblement à réduire encore plus le taux de mortalité.

Les deux sexes diffèrent aussi bien au point de vue des naissances que des décès. On sait qu'il naît un peu plus de garçons que de filles mais ils sont plus fragiles et meurent en plus grand nombre, surtout pendant la première année. En 1950, on compta 40 269 décès d'enfants de moins d'un an dont 23 184 garçons et 17 085 filles. La mortalité infantile est beaucoup plus grande pendant les premiers jours qui suivent la naissance, comme le montre le tableau suivant :

	Nombre de décès	*Pourcentage*
Du 1er au 7e jour	11 465	28
Du 8e au 27e jour	5 933	15
Du 28e jour à 1 an	22 871	57
	40 269	

Le taux de mortalité infantile observé en 1950, 47 pour 1 000 naissances, est de beaucoup le plus bas qu'on ait jamais enregistré. Cela est dû pour une part aux soins médicaux et à l'éducation des mères, mais aussi pour une autre aux allocations familiales qui permettent le repos de la mère avant la naissance et sa présence au foyer pendant les premiers mois après celle-ci.

On sait que la morbidité et la mortalité varient beaucoup selon les saisons; elles sont maximum en hiver et minimum en été. Les maladies respiratoires sont beaucoup plus nombreuses et plus graves pendant les mois froids; d'autres se manifestent surtout en été, la diarrhée infantile, le choléra, les typhoïdes, paratyphoïdes et autres salmonelloses, la dysenterie, la poliomyélite, par exemple; certaines sont plus fréquentes au printemps, d'autres à l'automne. Bien des facteurs peuvent être mis en cause : température, ensoleillement, nourriture, cycles biologiques, etc., et toute une science, la météoro-pathologie, est née des statistiques partielles relevées par différents médecins. Chaque année a son allure spéciale, selon les rigueurs du climat, les conditions météorologiques, les hasards épidémiologiques. Les courbes suivantes (fig. 1) relatives aux trois années 1948, 1949 et 1950 donneront une idée de l'allure générale et

de l'augmentation exceptionnelle due à la grippe en janvier 1949.

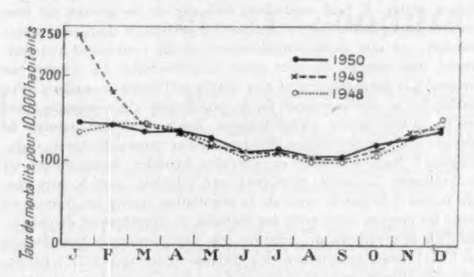


Fig. 1. — *Répartition saisonnière de la mortalité.*

Le *Bulletin mensuel de Statistique* fournit encore d'autres renseignements précieux sur les diverses causes de décès. En 1950, ces causes se répartissent ainsi, en suivant la plus récente nomenclature internationale :

Tuberculose	23 816	
dont : de l'appareil respiratoire.		19 569
extra-respiratoire		4 247
Syphilis	1 941	
dont : tabès		114
paralysie générale		406
Autres maladies infectieuses	6 966	
dont : fièvre typhoïde		232
salmonelloses		107
brucellose		42
dysenterie		72
scarlatine		43
diphtérie		191
coqueluche		593
méningococcies		278
tétanos		680
poliomyélite		286
encéphalite		226
variole		0
rougeole		216
grippe		1 865
Cancers et tumeurs malignes	69 562	
dont : de la bouche		1 443
de l'œsophage		3 160
de l'estomac		13 363
de l'intestin		7 283
du rectum		3 264
du larynx		2 547
respiratoire		3 580
du sein		4 347
de l'utérus		4 222
de la prostate		2 396
de la peau		1 283
des os		1 071
Tumeurs bénignes ou non spécifiées.	3 779	
Leucémie	1 483	
Maladies générales	6 743	
Lésions vasculaires du système nerveux	56 953	
Système nerveux et organes des sens	18 345	
Rhumatisme articulaire aigu	531	
Appareil circulatoire	105 199	
Appareil respiratoire	41 583	
dont : pneumonie		29 383
Appareil digestif	22 665	
dont : ulcère de l'estomac		1 163
appendicite		785
hernie et occlusion		4 557
cirrhose		6 692
Organes urinaires et génitaux	8 912	
dont : néphrite chronique		6 382
hyperplasie de la prostate.		1 327
Grossesse, accouchement	719	
Peau, os, organes du mouvement.	1 709	
Malformations congénitales	2 744	
Maladies de la première enfance.	14 770	
Sénilité	41 640	
Suicides	6 188	
Accidents	19 846	
dont : d'automobiles	1 143	
Homicides	289	
Causes mal définies	68 081	
	526 280	

Un tel tableau est riche d'enseignements de toutes sortes. On peut le rendre plus frappant encore en classant ces causes de décès par ordre d'importance. On obtient ainsi, pour 1 000 décès, les proportions suivantes :

Maladies du cœur ou de la circulation	200
Maladies et lésions du système nerveux	143
Cancers et tumeurs malignes	132
Sénilité	79
Maladies de l'appareil respiratoire	79
Tuberculose	45
Accidents	38
Malformations congénitales et maladies de la première enfance	37
Maladies de l'appareil digestif	30
Maladies infectieuses (sauf tuberculose et syphilis).	13
Néphrite	13
Cirrhose du foie	13
Suicides	12
Diabète	7
Syphilis	4
Hyperplasie de la prostate	3
Leucémies	3
Rhumatisme articulaire aigu	1

Beaucoup seront surpris d'un tel classement où l'ensemble des maladies infectieuses ne compte que pour 6 pour 100.

Certaines maladies semblent maintenant fossiles, disparues en France, telles la peste, le choléra qui ne franchissent plus que fort rarement les barrières sanitaires établies aux frontières, malgré la rapidité croissante des communications; d'autres sont expirantes et ont cessé d'être objet de terreur, telles la lèpre et la variole. On pourrait presque en dire autant des maladies vénériennes, de la syphilis entre autres; les étudiants en médecine de la génération actuelle n'ont plus guère l'occasion de voir ces tabétiques ou ces paralytiques généraux qui encombraient naguère hôpitaux et asiles. Des maladies infectieuses, beaucoup sont vaincues, grâce aux vaccins, aux sérums, aux antibiotiques; seules résistent celles dont on n'a pas encore trouvé l'antidote, certaines à virus entre autres. Le bacille de Koch persiste encore, mais certaines de ses manifestations commencent à être jugulées. Il reste à réduire le tétanos, la coqueluche, la grippe et aussi la poliomyélite, l'encéphalite infectieuse, les brucelloses que Nicolle appelait des maladies d'avenir.

Bien plus lourdes sont les maladies organiques de la circulation, du système nerveux, de l'appareil respiratoire, du tube digestif, où la thérapeutique ne soulage souvent que certains symptômes, parmi l'intrication de la physiologie du corps humain; elles sont les causes de près de la moitié des décès.

Les cancers et les tumeurs malignes sont une autre menace (13 pour 100), qu'on ne maîtrise encore qu'en de trop rares cas.

Cependant, les recherches en clinique et au laboratoire sont si nombreuses, les études pharmacologiques ont pris un tel développement qu'on peut bien espérer voir la courbe de mortalité continuer de baisser et les vies humaines être prolongées encore de plusieurs années.

Dès à présent, le nombre des décès serait facile à réduire, si l'on diminuait la consommation des boissons alcoolisées. Pendant les années d'occupation de la dernière guerre, l'alcoolisme chronique avait beaucoup régressé, on ne voyait plus d'hommes ivres dans les rues et sur les routes, les débits étaient pauvres

d'alcool, les épiceries n'en vendaient plus guère, les asiles d'aliénés s'étaient vidés de leurs alcooliques, les hôpitaux n'avaient plus beaucoup de cirrhoses du foie à soigner; le delirium tremens, les lésions hépatiques disparaissaient. Cela n'a malheureusement pas duré; notre production excessive de vin et d'alcool, notre politique de faveur pour les bouilleurs de crû et les vignerons du Midi jointes aux apports de vin de notre Afrique du Nord ont ramené le pays à un état pire qu'avant-guerre et le nombre des morts par cirrhose, véritable indice de notre intoxication, a progressé effroyablement :

1946	2 850 morts
1947	3 274 —
1948	4 530 —
1949	5 758 —
1950	6 692 —

Bien d'autres méditations pourraient suivre les quelques chiffres que nous avons cités. Une des plus nécessaires nous paraît être celle-ci : s'il est bon de continuer l'effort actuel pour prolonger la vie humaine, et si en soignant tous les jeunes, on accroît le potentiel du pays en augmentant le chiffre de population active, il faut cependant être sûr de les guérir, de leur rendre leur productivité et ne pas les entretenir dans une demi-maladie ou une demi-convalescence où ils resteraient indéfiniment une charge de plus pour la collectvité. La science ne répond pas instantanément aux désirs politiques ou sociaux. Par exemple, le vieillissement de la population s'accompagne jusqu'ici d'une usure physiologique fatale dont on trouve la preuve dans la répartition des principales causes de décès, organiques à lente échéance et non plus brutales, accidentelles ou infectieuses. Ce serait pratiquer une sélection vers le pire que de laisser à la partie saine de la population toutes les charges et tous les risques dont seuls les malades se trouveraient dispensés. Ei l'on pourrait même craindre une dégénérescence progressive si l'État aidait uniquement les malades et les vieillards à perdurer. Il est vrai que les moyens financiers ne tarderaient pas à faire défaut pour réaliser de tels rêves.

R. M.

Constitution pondérale du corps humain

Dans une brochure (*Handbook 47*) publiée par le National Bureau of Standards (U.S.A.), consacrée aux recommandations adoptées lors de la dernière réunion (Londres, 1950) des commissions internationales sur la protection radiologique et sur les unités radiologiques, on relève les données quantitatives suivantes relatives au corps de l'homme moyen (70 kg).

1. Poids des organes (en grammes)

Muscles	30 000	Cœur	300
Os	7 000	Tissu lymphoïde	700
Moelle rouge	1 500	Cerveau	1 500
Moelle jaune	1 500	Moelle épinière	30
Sang	5 000	Vessie	150
Estomac-intestins	2 000	Glandes salivaires	50
Poumons	1 000	Yeux	30
Foie	1 700	Dents	20
Reins	300	Prostate	20
Rate	150	Capsules surrénales	20
Pancréas	70	Thymus	10
Thyroïde	20	Peau et tiss. sous-cut	8 500
Glandes génitales	40	Autres tissus	8 390

2. Composition chimique

	Pour 100	Grammes		Pour 100	Grammes
Oxygène	65,0	45 500	Sodium	0,15	105
Carbone	18,0	12 600	Chlore	0,15	105
Hydrogène	10,0	7 000	Magnésium	0,05	35
Azote	3,0	2 100	Fer	0,004	3
Calcium	1,5	1 050	Manganèse	0,0003	0,2
Phosphore	1,0	700	Cuivre	0,0002	0,1
Potassium	0,35	245	Iode	0,00004	0,03
Soufre	0,25	175			

3. Données physiologiques

Eau. — Contenu total du corps : environ 50 litres.

Ration quotidienne		*Évacuation quotidienne*	
Dans les aliments (y compris l'eau d'oxydation)	1,0 l	Par la peau	0,5 l
En boisson	1,5 l	Par les poumons	0,4 l
	2,5 l	Dans les excréments	0,1 l
		Dans l'urine	1,5 l
			2,5 l

Divers. — Superficie totale de l'appareil respiratoire : 70 m²

La trempe à haute fréquence et la soudure des plastiques

Les *champs à haute fréquence* sont apparus dans la technique médicale avec Arsène d'Arsonval. Ils ont ensuite conquis la Terre entière et même atteint la Lune, grâce au fameux radar de Belmar, sous la forme d'ondes radio-électriques; mais ils perdaient en même temps cet aspect de *concentration d'énergie* qui caractérise si curieusement les traitements de darsonvalisation et de diathermie.

Ils prennent aujourd'hui leur revanche, sur le plan industriel, avec des effets de chauffage local d'une violence et d'une précision extraordinaires. *Tremper* une petite pièce d'acier en une seconde et demie, une grosse denture d'engrenage en quelques secondes, coudre... ou plutôt *coller* en quelques minutes un manteau de pluie en « plastique », ce sont là des élégances de la technique qui méritent de retenir l'attention.

La possibilité de chauffer les métaux et les substances isolantes (diélectriques) par l'action de champs alternatifs est connue depuis fort longtemps. Les premières applications mettaient en œuvre des courants à fréquence industrielle, soit quelques dizaines de périodes par seconde, pour l'alimentation de fours de fusion: les inducteurs étaient réalisés de façon à produire un brassage spontané de la masse du métal fondu [1].

L'idée d'utiliser le chauffage à haute fréquence en vue de la trempe des pièces en acier est beaucoup plus récente et ne remonte guère, pratiquement, à plus de vingt ans.

La trempe, comme la nitruration ou la cémentation, est une opération essentiellement *superficielle*, ayant pour objet d'augmenter considérablement la dureté du métal dans cette région, tout en laissant, autant que possible, intactes les qualités métallurgiques de la masse.

L'induction à haute fréquence a précisément la propriété de produire un échauffement superficiel, localisé, rapide, les masses internes demeurant froides; c'est là le principal avantage de la méthode, qui permet d'envisager un remplacement progressif des pièces habituellement réalisées en acier cémenté trempé par des pièces en acier mi-dur au carbone, conservant à cœur une résilience élevée. En outre, on bénéficie d'une économie de calories notable, puisque l'on ne chauffe que les parties extérieures, et surtout on évite totalement les déformations, donc les rectifications ultérieures, puisque la masse de la pièce demeure pratiquement à la température ambiante.

Le chauffage par haute fréquence, qui s'applique aussi à de nombreux cas de soudure et de brasure, présente pour l'utilisateur les avantages suivants : ce mode de chauffage est souvent seul utilisable pour les pièces brasées ou soudées antérieurement à la trempe et qui risqueraient d'être détruites; il donne sans difficulté des résultats constants, même avec une main-d'œuvre non spécialisée, et enfin, il remplace des procédés coûteux et lents : cémentation, nitruration, emploi des aciers spéciaux; il conduit, par ailleurs, à des cadences de production extrêmement élevées, la chauffe étant assurée par haute fréquence et le brusque refroidissement, non plus par immersion des pièces dans un bain, mais par une « douche » également automatique.

Il est à prévoir qu'avec ses grandes séries le constructeur d'automobiles est un utilisateur tout désigné pour ces nouvelles méthodes. Il peut utiliser à pleine charge un appareillage relativement coûteux et l'amortir dans de bonnes conditions, ce qui n'est pas en général le cas de l'industrie mécanique française. La

1. Voir notamment *Communication de M. J. J. Leven* à la Société des Ingénieurs de l'Automobile, 16 janvier 1951 ; et les *Procès verbaux* de la Société des Ingénieurs Civils de France, 4 mai 1951 ; E. Partiot. *Conception des générateurs à usage industriel et trempe par champs à haute fréquence.*

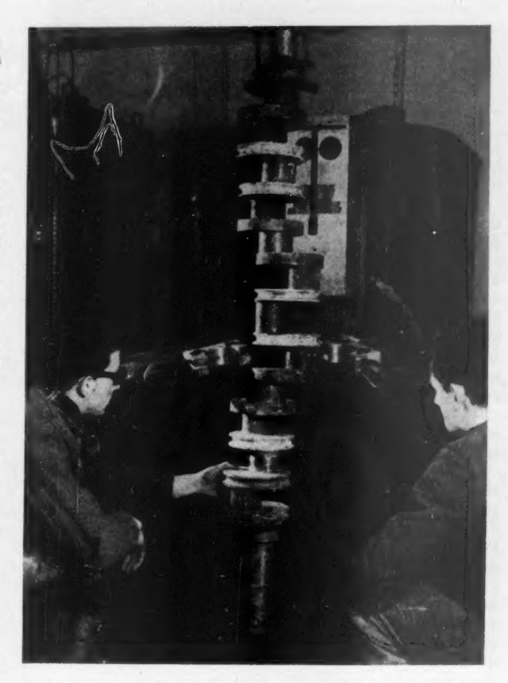


Fig. 2. — *Mise en traitement d'un vilebrequin de moteur.*
(*Photo* Roger Schall).

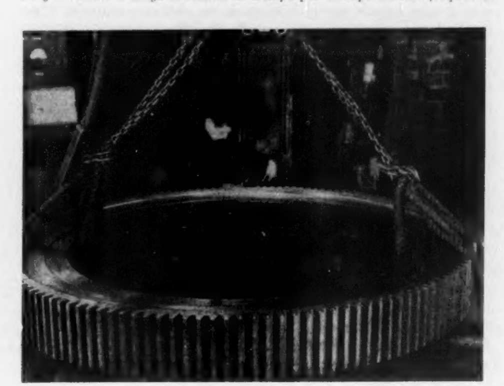


Fig. 1. — *Les pièces les plus volumineuses peuvent subir la trempe à haute fréquence.*
L'effet se localise dans une couche superficielle d'épaisseur réglable.
(*Documents obligeamment communiqués par* M. Étienne Partiot).

situation n'est pas la même aux États-Unis, où la série est beaucoup plus répandue et où la haute fréquence a connu un développement prodigieux depuis la guerre. Actuellement, un peu plus de 500 installations existent en France, représentant une puissance approximative de 3 000 kW.

Caractères des champs alternatifs

Le procédé classique le plus simple pour réaliser un chauffage superficiel des pièces mécaniques semble, *a priori*, être le chalumeau, fonctionnant avec un mélange d'oxygène et de gaz de ville ou d'acétylène. De nombreuses installations existent, non seulement pour la trempe, mais pour le recuit, le revenu, le brasage et la soudure.

Moins onéreuses que les installations électriques, ces installations à chalumeau présentent des inconvénients notables. La *densité de puissance superficielle* que l'on peut obtenir est beaucoup plus faible : 200 W en moyenne par centimètre carré (il n'est pas besoin de souligner que les quantités de chaleur et d'énergie peuvent être exprimées indifféremment en watts), avec un maximum de 50 W, alors que par les moyens électriques, on obtient couramment 3 et que l'on a même dépassé 10 kW par centimètre carré ! En conséquence, le chalumeau est incapable de faire une chauffe réellement superficielle à la température de trempe, la chaleur ayant le temps de se propager vers l'intérieur de la pièce; les calories sont moins bien utilisées; les possibilités d'automatisme sont limitées; une main-d'œuvre spécialisée est nécessaire.

La situation change du tout au tout avec l'emploi de champs alternatifs. Chacun sait que si l'on applique une différence de potentiel alternative aux bornes d'un conducteur, la répartition du courant n'est pas uniforme dans la section du métal; le courant se « concentre » à la surface en présentant une décroissance très rapide lorsqu'on s'éloigne de la surface vers le centre.

Ce phénomène, appelé « effet de peau » ou *skin effect*, est dû aux courants de Foucault qui prennent naissance dans une masse de métal soumis à un champ électromagnétique variable, et qui s'opposent les uns aux autres dans les couches successives du métal. Pratiquement, le courant passe presque entièrement dans une couche superficielle d'autant plus mince que le métal est plus conducteur et que la fréquence du courant est plus élevée; la pénétration du courant alternatif est inversement proportionnelle à la racine carrée de la fréquence du courant.

La répartition se complique lorsqu'on a affaire à des corps ferro-magnétiques, tels que l'acier, car la perméabilité dépend

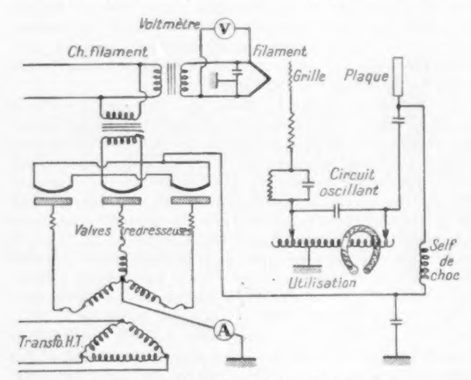


Fig. 3. — *Schéma d'un générateur à lampes.*
Les mâchoires d'utilisation sont alimentées par une spire unique entourant la bobine du circuit oscillant.

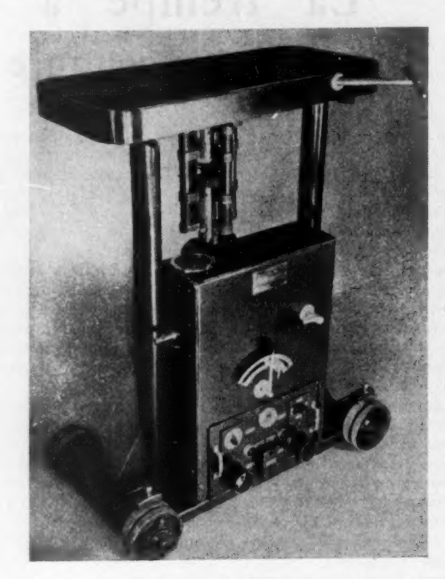


Fig. 4. — *Trempeuse haute fréquence pour petites pièces, fonctionnant « au défilé ».*
Les pièces descendent par un entonnoir, passent entre deux rouleaux de caoutchouc qui en règlent la vitesse, sont chauffées par induction HF puis « douchées », le tout en quelques secondes.

de l'induction magnétique et de la température, tout en atteignant des valeurs très grandes. L'épaisseur de peau est alors inversement proportionnelle à la puissance 2/3 de la fréquence et directement proportionnelle à la densité superficielle de la puissance appliquée.

Un phénomène accessoire très important se produit lorsque l'acier atteint la température de transformation, dite « point de Curie ». A ce moment, la « concentration » du courant en surface tombe brusquement à 1/12 de sa valeur primitive. C'est là une heureuse circonstance, car le chauffage, qui avait été très rapide jusque-là, se trouve brusquement freiné pour trois raisons : disparition subite des pertes par hystérésis, accroissement des pertes par rayonnement, augmentation de l'épaisseur de peau, d'où diminution de la densité de puissance.

Ainsi se manifeste une sorte de régulation automatique, qui tend à stabiliser la température superficielle à la valeur qui correspond au point de Curie, valeur voisine de la température de trempe. On peut ainsi prévoir que le contrôle de l'opération de trempe en sera rendu extrêmement facile.

Alternateurs ou lampes ?

Les premiers générateurs de champs d'induction étaient des appareils à *éclateurs*. Ce sont les plus simples et les moins coûteux. On fait jaillir une étincelle aux bornes d'un circuit oscillant qu'on laisse osciller librement entre deux étincelles successives. Le courant d'utilisation se présente sous la forme de trains d'ondes amorties.

Pratiquement, ces systèmes sont limités à une quinzaine de kilowatts, s'adaptent difficilement à des charges différentes, ont un rendement faible, de l'ordre de 30 pour 100, et offrent certains dangers, notamment par suite des fuites de rayonnement.

Les alternateurs spéciaux constituent actuellement le meilleur moyen pour produire des courants électriques de fréquence inférieure à 10 000 périodes; le rendement est élevé, atteignant 80 pour 100.

En pratique, il existe deux domaines d'utilisation des hautes et basses fréquences : fréquences élevées pour les pièces de petites dimensions, fréquences plus basses pour les grosses pièces. Toutefois, les fréquences élevées, produites par *lampes*, permettent toujours d'effectuer un travail qui, normalement, requerrait de basses fréquences, alors que l'inverse n'est pas vrai; pour les trempes de surface, laissant intacte la profondeur, la haute fréquence procure, en outre, une économie de puissance notable.

Les générateurs à lampe sont des émetteurs de radio réduits à leur plus simple expression, les buts à atteindre étant fort différents. Un émetteur de radiodiffusion doit rayonner sur une longueur d'ondes déterminée, l'encombrement de l'éther imposant une très grande stabilité; ceci exige la multiplication du nombre d'étages, le pilotage par quartz et de nombreuses précautions techniques. L'émission ayant généralement pour objet de transmettre des sons, le filtrage doit être extrêmement soigné pour éviter les ronflements parasites.

Dans les générateurs destinés aux traitements thermiques, le pourcentage d'harmoniques et le taux de ronflement peuvent être élevés. On peut donc mettre en œuvre un seul étage auto-oscillateur, suivant les dispositions classiques de Hartley, Colpitts, complété par un organe de couplage, qui sera un transformateur magnétique dans le cas de l'induction, un transformateur genre Boucherot dans le cas du chauffage par perte diélectrique.

Les lampes qui équipent ces générateurs sont, actuellement, des lampes standard d'émission radio. Elles sont de puissance relativement faible, refroidies par circulation d'air naturelle ou forcée à l'aide d'un ventilateur.

L'appareil comprend une lampe montée en auto-oscillatrice et un circuit oscillant servant en outre de transformateur d'intensité. A cet effet, la bobine parcourue par le courant oscillant entretenu est entourée par une spire unique, de large section, dont les extrémités forment les mâchoires de sortie.

Deux solutions pratiques sont possibles pour l'utilisateur, suivant que l'on dispose d'un générateur pour chaque type de pièces à tremper, celles-ci étant traitées, dans la chaîne de fabrication, au fur et à mesure qu'elles se présentent, ou que l'on emploie un générateur unique, à puissance élevée, mais réglable dans des conditions économiques, pour alimenter successivement différents postes de l'usine.

Trempes ultra-rapides

Nous laisserons de côté le chauffage des pièces métalliques en vue de forgeage, laminage, recuit ou revenu; ce chauffage, généralement profond, est obtenu sans difficulté à l'aide d'alternateurs spéciaux.

Le brasage et le soudage par haute fréquence sont importants et commencent à se développer. Les avantages sont certains : la puissance voulue est appliquée pendant le temps voulu et en un point précis; le revêtement voisin du joint, la matière contenue dans les pièces à joindre, les parties adjacentes ne sont pas chauffés; l'oxydation et les déformations sont réduites au minimum; les aciers spéciaux ne sont pas altérés; l'opération peut être faite en atmosphère contrôlée ou sous vide; tous les facteurs du traitement sont déterminés et contrôlés. La rapidité de l'opération est satisfaisante, vingt secondes pour souder une pastille de carbure de 16 mm × 16 mm sur un corps d'outil, avec une puissance haute fréquence de 2,5 kW.

Mais l'application la plus importante du chauffage par haute fréquence est la trempe superficielle. Il faut bien se représenter que dans une pièce chauffée en masse, suivant les procédés habituels, puis plongée dans un bain ou douchée par des jets, une quantité de chaleur énorme, contenue dans l'intérieur de la pièce, s'évacue à travers la couche superficielle, dont elle *ralentit* fâcheusement le refroidissement. L'*effet est inverse* avec la trempe haute fréquence, puisque la masse de la pièce est froide et concourt, avec une grande efficacité, à refroidir la couche superficielle au moment de la trempe.

La rapidité de chauffe élimine l'oxydation et la déformation et ne donne pas au métal le temps de cristalliser à chaud; on obtient, par suite, une structure micrographique plus fine. La trempe superficielle ne détruit pas l'effet des traitements ther-

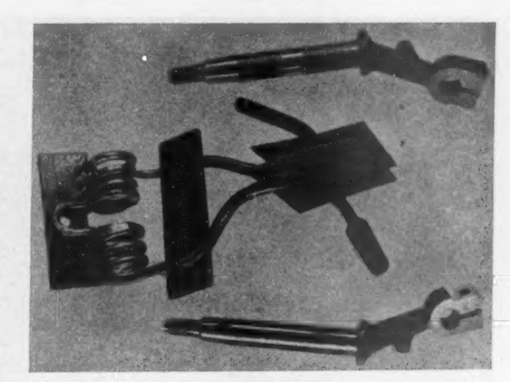
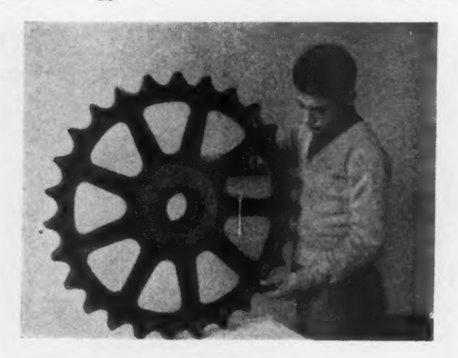


Fig. 5. — *Montage de traitement pour pivots de roues avant de petite voiture de grande série.*



Fig. 6. — *De la plus grande à la plus petite pièce.*
Une roue d'automotrice et, dans la main de l'ouvrier, un minuscule maneton de motocyclette, accompagnés de leurs « inducteurs » respectifs pour l'application de la haute fréquence.



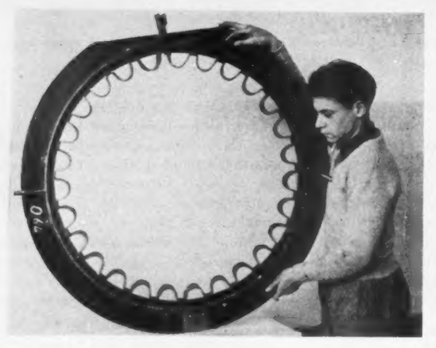


Fig. 7 et 8. — *En haut :* **Barbotin tracteur.** — *En bas :* **L'inducteur haute fréquence qui permet de tremper le barbotin.**

miques antérieurement appliqués à la masse de la pièce, en sorte qu'on peut utiliser des aciers au carbone de bonne qualité, dans la plupart des cas, à la place de coûteux aciers spéciaux du type nickel-chrome.

Voici quelques exemples de trempe de petites pièces. La trempe de limes pour boîtes d'ampoules à injections hypodermiques s'effectue « au défilé » à raison de 17 m par minute, avec un générateur de 2,5 kW, ce qui permet d'atteindre une production de *plusieurs millions de limes par mois*, d'une qualité irréprochable.

La trempe de lames de scies à métaux d'une largeur de 15 mm et d'une longueur de 36 cm est effectuée à l'aide d'un générateur de 2,5 kW en 6 s pour l'acier ordinaire et en 16 s pour l'acier rapide. La trempe de limes de toutes formes, d'une longueur de 20 cm est effectuée au maximum en 30 s avec un générateur de 20 kW, le temps nécessaire étant de 1 mn pour une longueur de 40 cm.

L'intérêt de la trempe à haute fréquence pour les pièces d'automobile est maintenant reconnu par les fabricants; il n'est pas aujourd'hui de constructeur d'automobiles qui n'utilise la haute fréquence, soit chez lui, soit chez des sous-traitants, pour des engrenages, pignons, axes, jumelles, fourchettes, vilebrequins, alésages intérieurs de moyeux de roues, intérieurs de bielles, bagues de roulement et même pour des chemises de fonte après finition.

Un pignon de chaîne de 52 mm de diamètre, module 3,12, hauteur 8, hauteur des dents 7, est *chauffé en 3 s* et « *douché* » *également en 3 s*; la puissance haute fréquence utilisée est de 40 kW, la production de 1 200 pièces à l'heure.

Des pignons de distribution sont chauffés en 5 s, douchés en 10 s avec une production de 500 à l'heure. Des fourchettes de baladeur sont chauffées en 10 s et douchées en 10 s. Des axes de piston, autrefois en acier doux cémenté, sont actuellement pris simplement dans de la barre percée : diamètre 15 mm, longueur 40 mm; 3 600 pièces à l'heure. Arbres de transmission avec deux parties à tremper : diamètre 30 mm, longueur des parties à tremper 77 mm; production 75 arbres à l'heure, avec augmentation de la vitesse de défilé dans la partie non traitée. Couronnes de démarreur : diamètre 200 mm, chauffage 2 s, douche 3 s; production 700 à l'heure.

La trempe des *vilebrequins* mérite une mention particulière. On peut dire qu'actuellement 80 pour 100 des vilebrequins des moteurs Diesel sont trempés par haute fréquence. Bien que la majorité de ces trempes soient encore effectuées à l'aide d'alternateurs, les générateurs à lampes sont de plus en plus employés; des machines spéciales, utilisant des générateurs à lampes, suppriment la sujétion de faire tourner le vilebrequin, ce qui est un avantage considérable dans le cas des grosses pièces.

Citons un exemple pratique de vilebrequin de moteur Diesel 5 cylindres, poids 60,5 kg portées à tremper, d'un diamètre de 95 mm sur 70 mm de longueur; temps de trempe, 45 s par portée. En outre, 4 manetons, d'un diamètre de 70 mm et d'une longueur de 50 mm, temps de trempe 30 s par portée. La production totale est de 5 vilebrequins à l'heure. Des vilebrequins de gros moteurs Diesel de marine, d'un poids de 2 800 kg, ont pu être traités avec les mêmes appareils.

Chauffage par pertes diélectriques

Placée dans un champ alternatif à fréquence suffisamment élevée une masse de matière « diélectrique », c'est-à-dire isolante, s'échauffe également, par un processus différent. Tout se passe comme si la matière formait le diélectrique d'un condensateur, rapidement chargé et déchargé, ce qui occasionne des pertes moléculaires, celles-ci se traduisant sous forme de chaleur.

Le chauffage, ou du moins le « préchauffage » des matières plastiques « thermodurcissables » (phénoplastes ou aminoplastes) procure une amélioration considérable des propriétés électriques et mécaniques, ainsi qu'un meilleur poli des pièces terminées. Outre une économie importante de matériel et de main-d'œuvre, le système permet d'augmenter la production des pièces d'environ 50 pour 100.

Soudure des « plastiques »

Les *soudures* haute fréquence des matières plastiques sont propres, aussi solides que la matière elle-même, aussi transparentes qu'en pleine masse; il n'y a ni formation de bulles, ni jaunissement, ni odeur; le résultat est uniforme pour toutes les pièces d'une série.

Avec ces *soudeuses à empreintes*, on peut effectuer 500 à 1 000 soudures à l'heure, ce qui permet de réaliser, par exemple, un imperméable en 10 à 15 mn, une culotte pour bébé en 4 à 6 mn et un beau ballon en 10 mn !

La longueur de soudure possible dépend de la puissance utilisée et de l'épaisseur du plastique. Pour des « tissus » courants, elle atteint 30 à 40 cm avec une puissance de 200 W, 1,20 m pour un poste de 750 W, et plus de 4 m en soudure fermée pour un générateur de 2,5 kW, ces chiffres étant donnés pour des largeurs de soudure normales, comprises entre 1 et 2 mm.

Les principales applications de la haute fréquence au plastique ont trait aux vêtements, aux « objets gonflés » et aux



Fig. 9. — *Grande vis trempée sans risque de déformation.*



Fig. 10. — *Trempe des portées et manetons d'un vilebrequin au moyen d'un appareil déplaçable.*

emballages. Dans le domaine vestimentaire, tout le monde connaît maintenant les imperméables, bonnets de bain, articles de sport, ceintures, tabliers, en chlorure de vinyle; ces articles sont exécutés dans des coloris variés et ont pris une grande extension. On commence à voir apparaître la couturière en chambre qui remplace sa machine à coudre par un générateur haute fréquence. C'est là un curieux signe des temps, qui unit le progrès technique à une résurrection de l'artisanat.

Les objets gonflés, tels que les matelas de camping, bateaux pneumatiques, ballons et jouets divers, ont pris une très grande extension aux États-Unis. Aucun autre moyen que la haute fréquence ne permet de les réaliser, leur étanchéité devant être absolue. L'opération, toutefois, est délicate; le calandrage doit être effectué dans une salle de propreté chirurgicale, toute impureté qui se dépose sur la lame plastique déterminant un point de fuite.

Les emballages sont très variés, allant de la blague à tabac à l'emballage industriel, de la housse de machine à écrire à celle de moteur d'avion, en passant par les emballages alimentaires et pharmaceutiques.

L'emballage des pièces industrielles de dimensions importantes, pour stockage ou expédition outre-mer, est maintenant possible grâce à l'existence de générateurs à haute fréquence portatifs, robustes, conçus spécialement pour la soudure de housses sur de très grandes pièces. La SNECMA et le Ministère de l'Air, en France, l'utilisent pour emballer les moteurs d'avions; on envisage de l'étendre à de nombreuses autres applications, et même à des *locomotives* !

Dans l'industrie radio-électrique, des fabrications délicates et d'un prix élevé doivent être soigneusement protégées contre l'oxydation; l'emploi des enveloppes plastiques étanches est ici tout indiqué.

Ces diverses réalisations seraient inconcevables sans l'emploi de la soudure par haute fréquence seule capable d'assurer une fermeture rigoureusement hermétique.

Dans l'industrie du bois, le séchage par haute fréquence ne paraît rentable que pour les bois précieux; le système est, au contraire, susceptible d'un large développement pour le *collage*, avec réduction des temps d'immobilisation des presses, diminution des frais de main-d'œuvre, amélioration de la qualité des collages. La haute fréquence est également utilisée pour la fabrication des bois comprimés et des bois imprégnés.

L'application de la haute fréquence à l'industrie du verre a fait, en France, l'objet d'importants travaux. Citons : soudure étanche d'éléments de verre entre eux, en vue de former des tubes destinés à recevoir des cathodes fragiles; coupe à chaud des gobelets, soudage des jambes de verres à pied, découpage des tubes en verre par « chocs thermiques », « rebrûlage » des bords de gobelets coupés à froid.

Dans l'industrie textile, la haute fréquence permet la déshy-

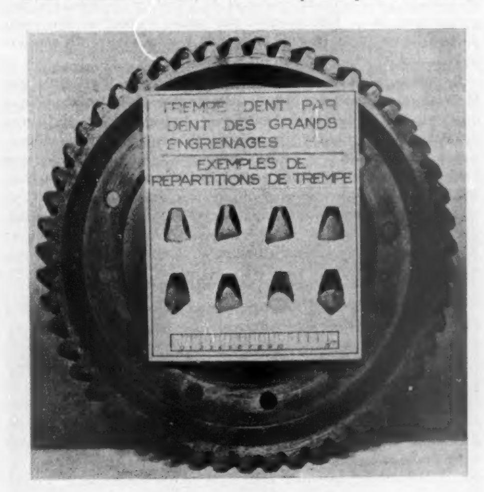


Fig. 11. — *Gros engrenage hélicoïdal.*

Le tableau montre la profondeur atteinte par la trempe à l'intérieur des dents, selon le réglage.

dratation de blocs de laine minérale, le séchage des bobines après teinture, l'encollage des fils et la fixation de torsion des fils de rayonne, application qui a pris une extension considérable aux États-Unis. Dans les industries alimentaires, on en est encore à la période des essais avec le préchauffage des pains de chocolat, la précuisson des jambons (avec générateur de 10 kW) et le séchage du sucre « au défilé ».

Les seules exploitations industrielles réalisées en France dans l'industrie du *caoutchouc* sont le préchauffage avant moulage qui a donné d'excellents résultats; un générateur de 2,5 kW préchauffe en une minute et demie deux semelles et deux talons de bottes d'un poids total de 1 000 g, ce qui permet de doubler la production d'une batterie de deux presses.

En ce qui concerne la vulcanisation des pneus, on admet que la solution ne pourra être trouvée que par l'emploi d'ondes très courtes, les moules en métal étant alors utilisés suivant le principe — déjà classique dans la technique des « magnétrons » de radars — des *cavités résonnantes*. Des cavernes radio-électriques, un écho répété d'ondes rebondissant à 300 000 km par seconde dans un moule à caoutchouc, la solution ne manque pas de pittoresque ! Nous aurons des pneus vulcanisés au magnétron.

PIERRE DEVAUX.

LES STROBOSCOPES MUSICAUX

La méthode stroboscopique consiste en son principe à éclairer un objet en mouvement périodique à des intervalles de temps égaux. Si la fréquence des éclairs est très voisine de la fréquence du mouvement, celui-ci paraît être très ralenti et peut être suivi facilement par l'œil, cela grâce à la persistance des impressions visuelles. C'est par un effet de stroboscopie qu'au cinéma, lorsqu'on observe le démarrage d'une voiture, les rayons de ses roues étant bien visibles, on voit la roue tourner, s'arrêter, puis tourner en sens inverse. Lorsque le temps mis par un des rayons pour se substituer à un autre est égal au temps s'écoulant entre les apparitions de deux images consécutives, la roue semble immobile. Suivant que la vitesse de la roue est un peu plus grande ou un peu plus petite que la précédente, la roue paraît tourner dans un sens ou dans un autre. L'appareil cinématographique n'est autre, en somme, qu'un stroboscope.

La stroboscopie a trouvé dans diverses industries des applications intéressantes, car elle permet de voir au ralenti toute machine ou pièce de machine animée d'un mouvement périodique, c'est-à-dire repassant périodiquement au même point, dans les mêmes conditions de vitesse et de direction (hélices, pistons, gyroscopes, etc.). Elle permet, par suite, d'observer son comportement en plein travail, si grande soit la vitesse du mouvement, et d'effectuer des mesures précises.

La méthode est aussi utilisable en acoustique. C'est ainsi que M. Vladimir Gavreau, chef du Laboratoire d'Électro-acoustique du Centre de Recherches Scientifiques, Industrielles et Maritimes de Marseille (ce Centre, que dirige M. Canac, est une dépendance du C.N.R.S.), a réalisé différents types de stroboscopes fort remarquables, destinés aux études acoustiques, en particulier un *strobographe musical* d'une très grande précision : un tel appareil indique immédiatement si un instrument de musique est bien accordé ou si une personne chante juste ou faux; il permet en outre l'enregistrement et l'analyse rapide de sons même très brefs.

Principe des stroboscopes musicaux. — La sensibilité de l'oreille humaine aux différences de hauteur de son (c'est-à-dire aux différences de fréquence) est si exquise que l'emploi de fréquence-mètres classiques ne présenterait aucun intérêt pour les études musicales. Rappelons que cette sensibilité de notre organe de l'ouïe est de l'ordre de 0,05 pour 100 pour une bonne oreille ordinaire; elle peut être de l'ordre de 0,01 pour 100 chez certains sujets exceptionnels. Seule la méthode stroboscopique autorise la mesure objective des fréquences avec une précision supérieure à celle de l'oreille humaine.

Le principe d'un stroboscope musical est le suivant. Le son, capté par un microphone, commande, après amplification convenable, une lampe au néon. Cette lampe éclaire un disque

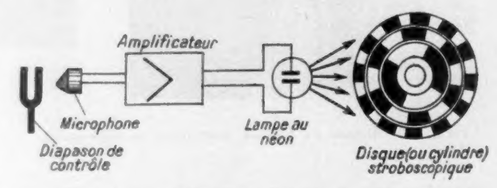


Fig. 1. — *Principe d'un stroboscope musical.*

(ou un tambour) tournant, stroboscopique. Les taches noires et blanches du disque semblent fixes si la vitesse de rotation est telle qu'une tache noire prend exactement la position de la tache noire suivante en $1/f$ seconde, f étant la fréquence du son (fig. 1).

Pour contrôler la vitesse de rotation, on recourt à un diapason. Le disque (ou le cylindre) d'un stroboscope musical comporte plusieurs graduations correspondant à plusieurs notes musicales. Lorsqu'on chante ou joue juste, la graduation correspondante paraît immobile. Par contre, elle paraît se déplacer lentement dans un sens ou dans l'autre si l'on joue ou chante faux.

Stroboscope à rubans sans fin. — Dans la gamme « tempérée », qui est celle du piano, l'octave est subdivisée en 12 demi-tons égaux. Un demi-ton correspond donc à un rapport de fréquences :

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt[12]{2} = 1{,}0594...$$

Or, sur un disque ou sur un tambour stroboscopique, le nombre de taches doit être entier et toutes les taches situées à même distance de l'axe de rotation doivent être identiques : si l'une des taches était plus petite ou plus grande que les autres, il en résulterait un mouvement saccadé à chaque tour et les graduations ne paraîtraient jamais arrêtées, quelle que soit la fréquence. Dans ces conditions, il est donc impossible de représenter exactement une gamme chromatique, si l'on utilise un stroboscope à disque ou à cylindre. (C'est la raison pour laquelle le stroboscope musical américain, à disque, ne dépasse pas la précision de 0,05 pour 100).

M. Gavreau a réalisé un stroboscope musical *exact*, permettant de reproduire des fréquences quelconques, même lorsque leur rapport est fractionnaire, en utilisant des rubans sans fin, gradués. Des rubans de ce genre, disposés sur un cylindre à cannelures, sont entraînés avec une vitesse périphérique constante. On

peut calculer ici avec toute la précision désirée les dimensions exactes des taches noires et blanches; les différents rubans sans fin, comportant des nombres entiers de taches, n'ont évidemment pas la même longueur, mais cela est sans inconvénient, car ils pendent sur le cylindre, dont ils se détachent plus ou moins. Leurs vitesses périphériques sont égales là où ils sont en contact avec le cylindre. C'est cette partie du cylindre qu'on éclaire avec la lampe au néon commandée par le microphone (fig. 2).

La précision du stroboscope musical à rubans sans fin représenté ci-contre est de 1/50 pour 100 seulement. C'est qu'il a été dessiné à la main. A l'aide d'une machine à diviser, on pourrait obtenir aisément une précision très supérieure. Le tambour doit être entraîné avec une vitesse absolument constante, mais réglable. Ce résultat peut être obtenu en utilisant simultanément un moteur synchrone et un moteur auxiliaire à vitesse réglable : le moteur synchrone entraîne le tambour par l'intermédiaire d'un engrenage différentiel; le moteur auxiliaire actionne le même engrenage différentiel par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée à n dents.



Fig. 2. — *Stroboscope à rubans.*

Vs étant la vitesse du moteur synchrone, Vr celle du moteur à vitesse réglable, la vitesse du tambour est :

$$V = \frac{1}{2n} Vr + Vs.$$

Dans ces conditions, l'erreur provenant de Vr est divisée par $\frac{1}{2n}$; elle peut être rendue aussi petite que l'on veut : en fait, la rotation est pratiquement aussi régulière et constante que dans le cas de l'entraînement par le moteur synchrone seul; mais la présence du moteur à vitesse réglable permet d'ajuster avec précision le nombre de tours par seconde du tambour, de façon à pouvoir accorder le stroboscope à l'aide d'un diapason.

Graduation du stroboscope. — La figure 3 représente les 20 lignes qui constituent la graduation du stroboscope.

Treize lignes correspondent aux notes de la gamme tempérée (*do, do dièze, ré, ré dièze, mi, fa, fa dièze, sol, sol dièze, la, la dièze, si* et *do*). Une ligne correspond à la fréquence du réseau (50 périodes par seconde). Une ligne correspond à la fréquence 100 p/s. Quatre lignes sont prévues pour les fréquences intermédiaires entre le *la* et le *la dièze*, lignes correspondant respectivement à *la + 5 savarts, la + 10 savarts, la + 15 savarts, la + 20 savarts* (1 *savart* est l'intervalle égal à 1/300 d'octave environ. Un dièze vaut 28 savarts vers le haut ; un bémol vaut 28 savarts vers le bas. Dans la gamme tempérée, 1 dièze = 1 bémol = 1 demi-ton = 25 savarts).

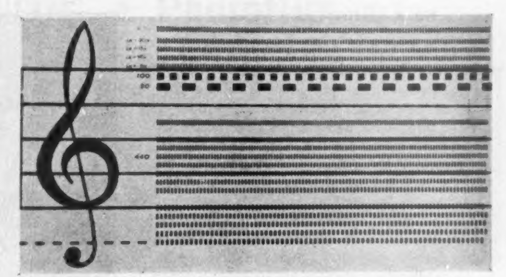


Fig. 3. — *Graduation du stroboscope.*

Enfin une vingtième ligne correspond à l'ancien diapason la_3 = 435 p/s. (Actuellement, la fréquence du la_3 est de 440 p/s).

Le réglage de la vitesse de rotation du stroboscope s'opère à l'aide d'un diapason la_3 = 440 p/s, de façon à provoquer l'immobilisation apparente de la ligne correspondante : on obtient ainsi le réglage correct pour toute la gamme

Si, en utilisant le même diapason, on réduit la vitesse de rotation de façon que la ligne *la + 5 savarts* semble immobile, toute la gamme se trouve déplacée de 5 savarts vers le bas; et ainsi de suite.

Pour la fréquence de 440 p/s, 1 savart correspond à une différence de fréquence de 1 p/s. C'est pourquoi, pour déplacer l'ensemble de la gamme de 8 savarts, par exemple, il suffirait de régler la vitesse de rotation de façon que la ligne *la + 5 savarts* paraisse se déplacer de 3 divisions par seconde. Il est donc possible de déplacer ainsi toutes les graduations de savart en savart. On peut, par exemple, mesurer ainsi les fréquences que les violonistes croient correspondre, non pas aux dièzes et bémols de la gamme tempérée, mais aux dièzes et bémols naturels.

Les différentes bandes stroboscopiques ont été tracées à l'encre de Chine sur toile calque. Leur longueur est de 1 m environ. Les dimensions des taches ont été calculées à l'aide d'une table de logarithmes à 5 décimales. Pour éviter les erreurs cumulatives, on a calculé pour chaque tache les distances de ses bords à l'origine; ensuite, on les a marquées en utilisant une aiguille très fine, de sorte que la précision du tracé est de l'ordre de 0,1 mm.

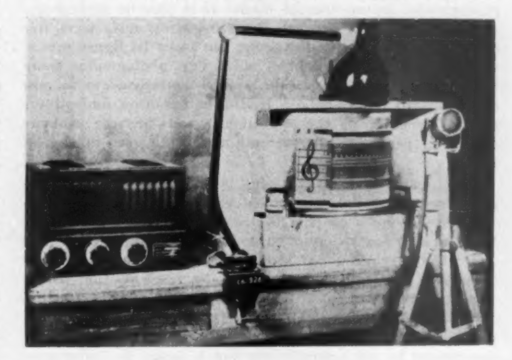
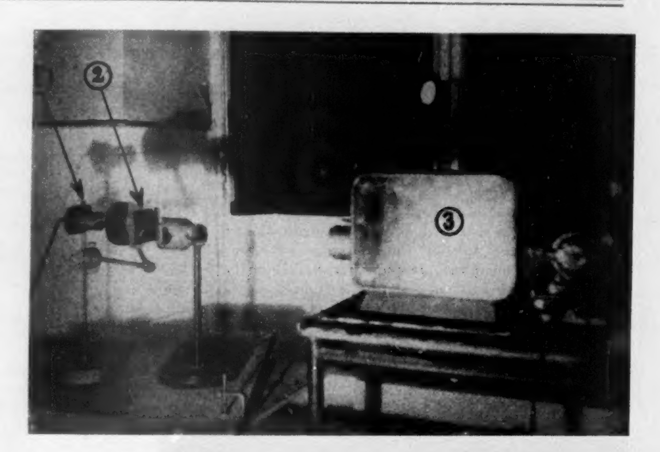


Fig. 4. — *Stroboscope musical portatif.*

Fig. 5. — *Strobographe musical.*



Le strobographe musical. — Lorsqu'il s'agit de musique jouée à vitesse normale ou de chant à cadence assez rapide, il devient impossible de noter les différents sons qu'on voit immobiliser, pendant une fraction de seconde, les différentes graduations du stroboscope. Il devient donc nécessaire d'enregistrer ces indications.

Une première solution consisterait à filmer le stroboscope à l'aide d'une caméra à cadence assez lente : en effet, une cadence rapide ferait apparaître toutes les graduations comme immobiles sur chacune des images. Pour que le « zébrage » n'apparaisse que sur les graduations correspondant aux notes captées par le microphone, il est nécessaire que, pendant chaque vue, les notes voisines aient le temps de se déplacer de façon appréciable. Ainsi, dans le cas du la_3 = 440 p/s, la note *la dièze* se déplacerait d'une graduation en 1/25 de seconde, mais il faudrait 1/5 de seconde pour que la graduation *la* + 5 *savarts* se déplace de 1 division.

D'une façon générale, plus le son est bref, plus il est difficile de mesurer sa fréquence avec précision par ce procédé. (Rappelons que, dans le cas du piano, la vitesse du jeu dépasse facilement 10 par seconde et peut atteindre 20 par seconde chez un virtuose).

Pour des enregistrements de ce genre, on ne peut pas utiliser une lampe au néon ordinaire, qui n'est pas assez actinique. Mais il existe des lampes luminescentes très actiniques, capables de donner ici satisfaction.

Au lieu d'un stroboscope tournant et d'une caméra à mouvement saccadé du film, M. Gareau utilise une planche stroboscopique fixe et un film d'enregistrement se déroulant à vitesse constante. C'est le déplacement de l'image de cette planche sur le film en mouvement qui produit l'effet stroboscopique lorsque la planche se trouve éclairée par la lumière que le son a modulée. On voit sur la figure 5 l'ensemble de son appareillage (1, lampe luminescente très actinique commandée par un microphone; 2, planche stroboscopique transparente, constituée par une simple photographie de la figure 3; 3, caméra à déroulement continu du film).

Tout comme dans le cas du film à mouvement saccadé, la précison des mesures dépend de la durée des sons. Si l'on ne photographie qu'une tranche étroite de la planche stroboscopique, des sons brefs peuvent être enregistrés, mais leurs fréquences sont difficiles à distinguer, car toutes les lignes paraissent plus ou moins « zébrées ». Si l'on photographie toute l'étendue de la planche, seule la ligne correspondant au son capté apparaît comme zébrée, tandis que les autres sont uniformément grises; mais une succession de sons brefs de hauteurs différentes peut alors rendre uniformément grises toutes les lignes.

Étant donné qu'un dièze (ou un bémol) de la gamme tempérée correspondant très exactement à un rapport 18/17 des fréquences — comme on peut facilement s'en rendre compte sur la figure 3, la largeur optimum de la bande à utiliser paraît être de 18 taches (pour le son le plus grave). Lorsqu'une note est enregistrée (apparaît comme zébrée), les notes voisines paraissent uniformément grises. Les cinq lignes de portée noires tracées sur la figure 3, se retrouvent facilement sur l'enregistrement (en blanc sur le tirage figure 6); elles permettent de lire directement les notes enregistrées sous la forme de « zébrages » sur cette figure.

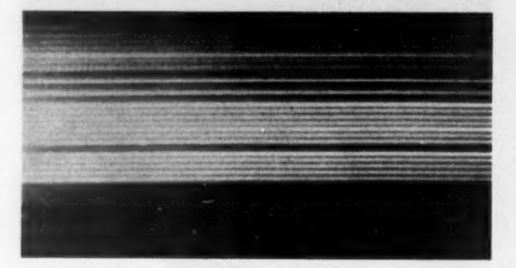


Fig. 6. — ***Enregistrement strobographique de sons de différentes fréquences.***
(Comparer avec la figure 3).

L'expérience montre qu'un stroboscope ou un strobographe musical permet l'enregistrement simultané de plusieurs notes par octave, c'est-à-dire l'enregistrement d'accords.

Les appareils réalisés au Centre de Marseille, qui permettent ainsi de déterminer de façon très précise les fréquences des sons captés par un microphone, pourraient être utilisés pour contrôler avec la plus grande rigueur la justesse des instruments de musique et de la voix humaine.

Signalons que les premiers essais d'analyse de disques de phonographe — il s'agissait de musique de danse — ont déjà mis en évidence une variation curieuse de la fréquence de certains sons musicaux avec leur intensité. C'est ainsi qu'au lieu de disparaître brusquement lorsque le son cesse, on voit les graduations, d'abord immobiles en apparence, se déplacer progressivement d'un mouvement accéléré, avant de disparaître. Ce phénomène est-il intuitivement voulu par le musicien ou simplement dû à l'imperfection de l'instrument de musique ? Il y a là tout un champ de recherches intéressant les rapports de l'acoustique et de l'esthétique musicale.

Enfin une application possible très importante de la stroboscopie musicale pourrait être la comparaison et le réglage des diapasons pour les différents tons d'une gamme.

FERNAND LOT.

Les lampes à éclair « Photoflux »

Le problème de l'éclairage artificiel s'est posé dès les débuts de la photographie; il était nécessaire alors à cause de la faible sensibilité des émulsions pour réduire le long temps de pose; on l'obtenait en faisant brûler à l'air libre de la poudre de magnésium mélangée à un corps oxydant.

Actuellement, cette méthode n'est plus utilisée que dans les bombes lumineuses pour la photographie aérienne; on préfère autrement les lampes-éclair closes dont le fonctionnement ne dégage pas de fumée et peut être déclenché avec précision. Le reportage de presse en fait la plus grande consommation, mais de plus en plus, les amateurs s'en servent comme source d'éclairage artificiel.

Diverses lampes-éclair ont été réalisées, notamment par la Société Philips qui fabrique actuellement cinq types de caractéristiques différentes, toutes dénommées « Photoflux ».

Une lampe « Photoflux » est une ampoule de verre dans laquelle on a introduit une certaine longueur d'un fil d'alliage d'aluminium et de magnésium (5 à 7 pour 100 Mg), d'un diamètre de 32 microns, pourvu d'une sorte d'ondulation permanente; il remplit complètement l'ampoule d'une pelote lâche et élastique. L'enceinte est ensuite remplie d'oxygène, munie d'un filament d'allumage et scellée (fig. 1). On échauffe le filament à l'aide du courant d'une pile (ou du secteur pour les lampes les plus puissantes); étant enduit d'une pâte explosive, il s'enflamme et projette une multitude de particules incandescentes qui allument la pelote de fil dans toute sa masse. Au cours de la combustion, l'oxygène est porté rapidement à une température élevée, l'ampoule supporte une pression de plusieurs atmosphères et reçoit en outre une pluie de particules incandescentes. Pour éviter tout risque d'explosion, elle a été munie à l'intérieur d'un vernis qui refroidit ces particules à leur arrivée et à l'extérieur d'un autre vernis qui évite les rayures du verre avant l'emploi et qui, en cas de rupture éventuelle, servirait à lier les éclats de verre et à rendre l'explosion inoffensive. Les risques d'explosion seraient d'ailleurs accrus si, par suite d'un défaut ou d'un accident, de l'air avait pénétré dans l'ampoule. Afin de vérifier que rien de tel ne s'est produit, on a placé à l'intérieur de la lampe une tache de sel de cobalt bleu; en présence d'air chargé d'humidité, cette tache se colore en rose.

La Société Philips fabrique actuellement cinq lampes « Photoflux » : PF 110, PF 56, PF 45, PF 25, PF 14. Les nombres indiquent le total des milliers de lumens photographiques que la lampe émet (en comptant l'ultra-violet) en une seconde, estimés par comparaison avec le noircissement d'une plaque orthochromatique moyenne par une lampe normale de sensitomètre. Les lampes PF 56 et PF 110, très lumineuses, permettent des éclairages intenses, indirects, diffus, en vue d'effets artistiques ; pour l'éclairage direct courant, les types PF 25 ou PF 14 suffisent; ces petites lampes sont montées sur un petit culot à baïonnette et sont allumées à l'aide d'une pile de 3 à 12 V; la lampe PF 45 a une durée d'éclair plus longue, permettant des expositions plus longues par obturateur à fente au lieu d'obturateur objectif. La figure 3 représente les caractéristiques lumineuses de chaque lampe.

Il faut naturellement que l'éclairage de la lampe coïncide avec l'ouverture de l'obturateur pour la prise d'image. Tant que l'on n'était pas maître de l'éclairement, on ne pouvait synchroniser les deux manœuvres. Soit que l'on brûle du magnésium à l'air libre, soit qu'on l'enflamme électriquement dans une ampoule close, il fallait découvrir la lentille avant l'allumage et l'obturer après; le temps d'exposition n'était donc pas déterminé par les mouvements de l'obturateur, mais par la durée de l'éclair; la surface sensible restait exposée un

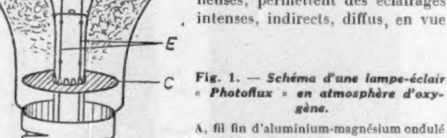


Fig. 1. — *Schéma d'une lampe-éclair « Photoflux » en atmosphère d'oxygène.*

A, fil fin d'aluminium-magnésium ondulé et pelotonné ; B, filament d'allumage avec pâte explosive ; C, plaque d'aluminium ; D, dépôt de sel de cobalt, indicateur d'étanchéité ; E, fils fusibles d'amenée du courant.

(Illustr. de la *Revue technique Philips*).

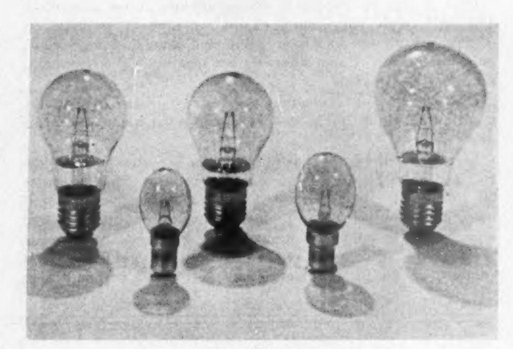


Fig. 2. — *Les cinq types de lampes-éclair « Photoflux » Philips.*

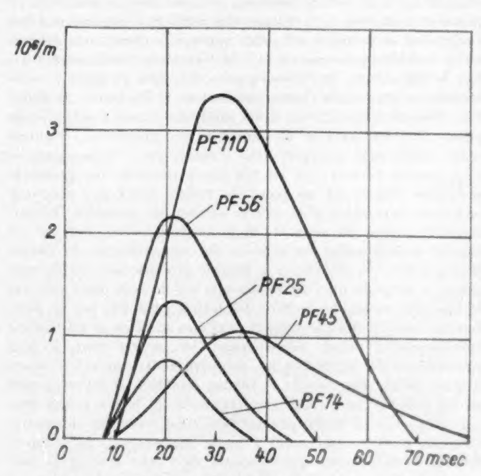


Fig. 3. — *Caractéristiques des cinq types de lampes-éclair « Photoflux »*

Flux lumineux en millions de lumens ; temps en millièmes de seconde.

temps variable à la lumière. Les nouvelles lampes permettent des réglages plus précis.

Dans le cas où l'appareil photographique a un obturateur d'objectif, réglé par exemple à un centième de seconde, on pourra, par un synchroniseur, allumer d'abord la lampe-éclair, puis, quand celle-ci approchera de son maximum d'éclairement, actionner l'obturateur.

Pour cela, il faut évidemment, ce qui est réalisé industriellement aujourd'hui, que toutes les lampes-éclair aient une même durée d'éclair.

Les obturateurs à fente permettent des expositions très courtes, de l'ordre de 1/1 200 seconde par exemple, mais la course du rideau est relativement lente et il faut que le flux lumineux de la lampe, sinon se maintienne à peu près constant durant tout le temps du mouvement, du moins ne s'abaisse pas à moins de 50 pour 100. La lampe spéciale PF 45, où la combustion du fil de magnésium est retardée, répond à ce besoin ; on perd alors en intensité du flux lumineux, ce qu'on gagne en durée d'éclair.

Les nouvelles lampes permettent la documentation photographique par tous les temps, même la nuit. Elles sont l'accessoire indispensable du « reporter » en quête d'actualités, du naturaliste en campagne, opérant la nuit, dans les grottes ou en sous-bois. Et pour l'artiste photographe qui recherche des effets d'ombre et de lumière, elles sont l'accessoire indispensable dont il tirera des modelés, des contrastes, dignes d'être exposés et admirés. L'éclairage artificiel bien manié n'a cessé d'être un des éléments de la réussite en photographie ; il le fut dès l'origine, il y a un siècle, à cause du peu de sensibilité des premières plaques ; il le reste aujourd'hui par suite de leur extrême sensibilité et de la vitesse croissante des prises de vue. Mais il est maintenant au point, constant, intense, analysé par tous les moyens de la physique.

J. Combrisson.

Peintures et lutte contre le feu

Il y a plus de quinze ans, les incendies des paquebots *Georges-Philippar* et *Atlantique* ont tragiquement attiré l'attention des Pouvoirs publics sur la nécessité de réglementer l'emploi des matériaux employés dans la construction des navires, de façon à limiter au maximum les risques d'incendies à bord. L'arrêté du Ministre de la Marine marchande française de novembre 1934, qui s'ensuivit, mentionne pour la première fois les peintures, vernis, enduits et produits similaires comme agents possibles de propagation des incendies de navires. Cet arrêté homologue un certain nombre de méthodes d'essai permettant de classer les peintures commerciales en trois catégories : les peintures dangereuses qu'on doit proscrire, les nitrocellulosiques, par exemple, les peintures ordinaires qu'on peut généralement employer et les peintures de sécurité pour les endroits qu'il est indispensable de protéger au maximum contre le feu et la chaleur qu'il dégage. Ces méthodes sont aujourd'hui encore les techniques officielles appliquées dans trois laboratoires habilités pour ces essais : le laboratoire du Bureau Véritas, le laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers et le laboratoire du feu du Centre national de la Recherche, à Bellevue. Plus récemment, une autre méthode d'essai a été mise au point dans les services du Ministère de l'Intérieur. D'autres essais variés sont pratiqués dans d'autres pays. Mais aucun ne s'est imposé partout, car on n'a pas à mesurer une grandeur physique simple, tel un point de fusion, mais une grandeur complexe dépendant d'un grand nombre de variables, notamment la nature du support. Si le support est en bois ou en matière inflammable, on apprécie le comportement du couple peinture-bois, on cherche si la flamme produite par une flamme pilote se propage plus ou moins vite sur le bois peint que sur le bois nu, on étudie l'allure des taches produites par la combustion (fig. 1). Mais le support peut être en acier ou en matière ininflammable. Ainsi, actuellement, les navires sont, le plus souvent, en fer et divisés en compartiments par des cloisons d'acier qu'on peut fermer et rendre étanches. Il est nécessaire de les peindre pour éviter leur corrosion. Si le feu prend dans un compartiment limité par des cloisons d'acier, ces cloisons se trouvent portées rapidement à haute température. Le comportement de la peinture qui se trouve de l'autre côté de la cloison devient important. En effet, cette peinture se décompose et boursoufle sous l'influence de la chaleur (fig. 2). Les cloques peuvent crever en laissant fuir les gaz de décomposition et s'ils sont inflammables, ils risquent de propager l'incendie à un nouveau compartiment.

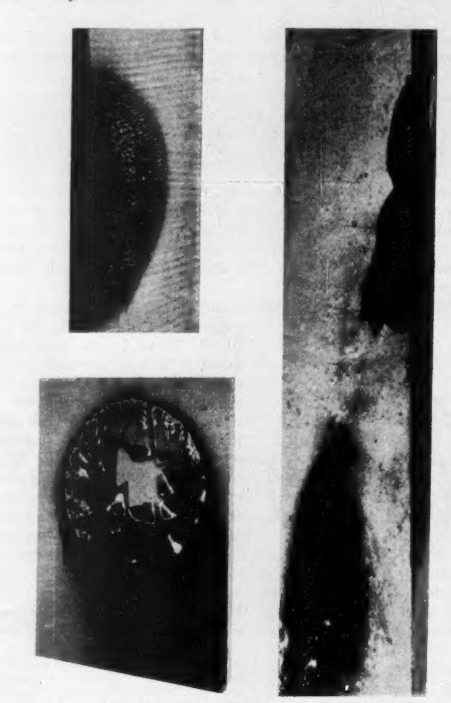


Fig. 1. — *Quelques aspects d'essais de peintures sur bois.*
A gauche, carbonisation avancée d'une pièce de bois. — *Au-dessous*, fusion et cloquage de la peinture. — *A droite*, début de cloquage de la peinture, déjà détachée sur de larges surfaces





Fig. 2. — *Essais de peintures sur tôles.*
A gauche, chauffage rapide à 240° : la couche de peinture boursoufle.
A droite, chauffage lent à 80° : début d'altération sur le bord.

On essaie les peintures sur acier en chauffant le côté du support au gaz ou par un courant électrique et en approchant une flamme pilote de la peinture étendue sur l'autre face.

Remarquons à ce propos la pauvreté de la terminologie française. En effet, l'adjectif « ignifuge » ou l'adjectif « isolant » désignent des peintures spécialement conçues pour protéger du feu, au détriment souvent de leurs qualités décoratives. On les applique généralement en couches beaucoup plus épaisses que les peintures d'ornement. Les Anglais les désignent par l'adjectif « fire-proof ». Mais ils emploient deux autres adjectifs, sans équivalent en français, pour désigner les qualités requises des peintures ordinaires : « fire-retardant » s'applique aux peintures sur bois ou support inflammable, qui doivent ralentir la propagation du feu à ces supports; « fire-resistant » désigne les peintures appliquées sur un support incombustible tel que l'acier, qui ne doivent pas s'enflammer ou dégager de gaz inflammables, si elles sont portées rapidement à très haute température.

Les essais sur petites éprouvettes sont relativement faciles à réaliser dans n'importe quel laboratoire. Ils peuvent permettre aux fabricants de mettre au point des formules de peintures qui ne facilitent pas la propagation des incendies. Ces essais devraient toujours s'ajouter aux essais usuels assurant les qualités de protection et de décoration des peintures : adhérence, souplesse, stabilité de teinte, résistance à l'eau et aux intempéries. Il faut, en effet, considérer que la sécurité est au moins aussi importante que les qualités décoratives. Les mêmes essais permettent aux laboratoires officiels de vérifier les qualités de protection des peintures proposées aux utilisateurs.

Mais les essais sur petites éprouvettes ont l'inconvénient d'être assez différents des conditions réelles. C'est pourquoi on a proposé un certain nombre d'essais dits en grandeur, tels que ceux du laboratoire du feu d'Elstree, en Angleterre. Des éprouvettes de grandes dimensions (1 m de côté environ) sont exposées à l'action d'un véritable brasier constitué par un puissant four à gaz. Les résultats sont très intéressants. La difficulté est de réaliser une source de gaz suffisante. Des essais analogues, mais moins sévères sont en cours en France, au laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, au moyen d'un four électrique. Les essais en grandeur ne sont applicables que dans des laboratoires spécialisés.

Ils permettent de classer les peintures (fig. 3), suivant la vitesse de propagation de la flamme, en quatre classes : les peintures dangereuses définies par l'arrêté de 1934, se placent en classe 4, leur pouvoir de propagation est supérieur à celui du bois d'okoumé nu pris comme étalon. Les peintures ordinaires (I) sont en classe 3, les peintures de sécurité (II) en classe 2. Dans la classe 2 se trouvent aussi la plupart des peintures dites isolantes qui n'existaient pas encore en 1934. Les peintures isolantes les plus récentes se placent même en classe 1, et sont donc comparables au bois ignifugé ou recouvert d'un carton d'amiante.

Rôle des différents constituants des peintures

Les essais ont montré, dès 1934, qu'il ne faut pas exagérer le rôle des couches minces de peinture dans la production et le développement des incendies, ce qui ne veut pas dire qu'il faut le négliger. Il convient de poser nettement le problème. Dans certains cas, on peut dire que la sécurité prime absolument la beauté, à bord des navires de guerre ou des bateaux pétroliers, par exemple, ou dans certaines installations voisines des chaudières et très exposées au feu, et où l'on proscrit tous les éléments d'incendie. On emploie alors les peintures ignifuges, à base de liant généralement minéral. Mais sur un navire de commerce comme à terre, dans un théâtre, un immeuble, il n'est pas question de prendre des mesures draconiennes proscrivant l'emploi des peintures ordinaires, si on ne défend pas d'utiliser le bois, les tapis, les rideaux, beaucoup plus dangereux. On peut y tenir compte de la question du feu dans les

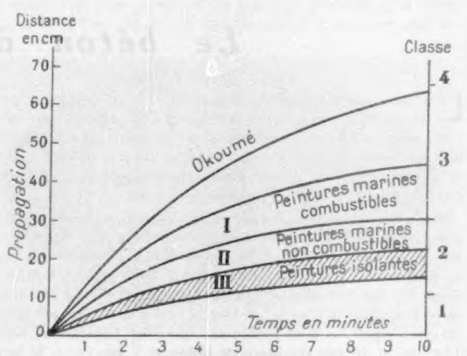


Fig. 3. — *Classement des peintures d'après leur vitesse de propagation de la flamme.*

formules des peintures, sans nuire aux autres qualités recherchées. Cette préoccupation n'est pas nouvelle; en 1633, Sabbatini proposait pour peindre les coulisses de théâtre de mélanger les couleurs à de l'argile et à du plâtre; au XVIIIe siècle, on proposa déjà d'employer l'alun, le borax, le sulfate de fer; en 1821, Gay-Lussac a montré les propriétés intéressantes du phosphate d'ammonium.

Le danger des liants organiques employés dans les peintures est leur décomposition avec libération de gaz inflammables. Il faudrait donc en employer le moins possible. C'est pourquoi on recommande souvent l'emploi de peintures à l'eau, contenant du sulfate d'aluminium, du borax, du carbonate d'ammonium, de l'acide borique, mais elles ne sont souvent pas satisfaisantes au point de vue décoratif, sauf peut-être les modernes peintures au latex : styrène-butadiène ou au chlorure de vinyle et chlorure de vinylidène. On peut alors employer des peintures à l'huile additionnées d'adjuvants ou de pigments choisis pour leurs propriétés de résistance au feu ou des produits libérant à température assez basse des gaz ininflammables pouvant étouffer la flamme, ou des produits inorganiques qui fondent en formant une espèce de glacis isolant le support.

Aux États-Unis en plus de 110 ans, on peut dénombrer quelque 350 brevets relatifs à l'emploi de composés destinés à augmenter la résistance au feu de divers matériaux, les principaux étant : les composés contenant du chlore organique comme les hydrocarbures chlorés; les revêtements bitumineux; les borates : borax soluble dans l'eau ou borate de zinc insoluble; les silicates, les composés de l'antimoine, les dérivés de l'acide alginique. Ces produits peuvent être incorporés à des peintures à l'eau ou à l'huile. Pour des peintures sur bois, on a proposé d'employer des peintures à l'huile dans lesquelles on remplace la moitié environ du pigment par du borax. Le borax peut également être incorporé aux peintures à l'eau, à la chaux ou à la caséine. Son inconvénient est sa solubilité dans l'eau. Dans le cas de peintures à l'huile devant résister à l'humidité, on peut le remplacer par du borate de zinc, ou utiliser du caoutchouc chloré ou de la paraffine chlorée.

On propose des solutions analogues pour les peintures sur acier. La question a été plus particulièrement étudiée dans les laboratoires des Amirautés anglaise et américaine à Portsmouth et à Philadelphie. Il s'agit, comme nous l'avons vu, des peintures qui se trouvent de l'autre côté d'une cloison d'acier exposée à un feu. La couche la plus exposée à la chaleur est alors la couche de fond, constituée généralement d'huile de lin et de rouge de plomb, qui résistent mal. Une couche de fond pigmentée à la poudre d'aluminium lamellaire est très efficace; en particulier, la chaleur s'y répartit uniformément.

Pour limiter au maximum les risques de dégagement de gaz inflammables par la couche supérieure de peinture, on est tenté de réduire le plus possible la quantité de liant organique. Mais la formule doit être étudiée de façon à ne pas nuire aux autres qualités de la peinture : couleur, pouvoir couvrant, temps de séchage, résistance à l'humidité et aux intempéries. Par exemple, une trop forte proportion de pigment nuit à la résistance à l'humidité.

Il est avantageux de remplacer l'huile de lin par une résine alkyde modifiée à l'huile et d'employer comme pigment l'oxyde de titane ou l'oxyde d'antimoine. L'association d'oxyde d'antimoine à la paraffine chlorée paraît spécialement intéressante. Si l'on emploie, par exemple, une peinture aux résines alkydes dont le pigment contient 11 pour 100 d'oxyde d'antimoine, elle a des propriétés « fire-retardant » quand le volume de pigment est supérieur à 40 pour 100 de celui de la peinture. Pour les peintures mates, on peut employer comme seul agent retardant le feu l'oxyde d'antimoine, car la proportion de pigment dans la peinture peut ainsi dépasser 50 pour 100. Mais, pour obtenir des peintures brillantes ou semi-brillantes, la proportion de pigment ne peut pas être aussi élevée et il faut ajouter de la paraffine chlorée, en proportion dépendant de celle de l'oxyde d'antimoine qu'on peut arriver à supprimer complètement.

Tout à fait récemment, on a obtenu des résultats très intéressants, avec une association de phosphate et de résine synthétique.

Les peintures aux esters de silicium partiellement hydrolysantes pourraient rendre de grands services si on réussissait à améliorer leur pigmentation et leur facilité d'application. Par contre, les silicones qui donnent d'excellents résultats pour résister à des températures de l'ordre de 250° C., ne sont pas recommandées pour résister au feu, car si le film de peinture se transforme en silice ininflammable, par contre, les gaz dégagés sont inflammables.

Le problème, on le voit, est maintenant bien connu et posé et on peut espérer trouver dans l'énorme arsenal de la chimie organique des formules nouvelles qui rendront les cloisons, déjà étanches à l'eau, également étanches au feu, limitant les dangers de propagation d'incendie et facilitant la lutte contre l'une des pires catastrophes maritimes : le feu à bord.

Mme F. APPELL,
Ingénieur E. P. C. I.

Le béton à bulles d'air

La grande presse a exploité largement, il y a quelque temps, l'aspect pittoresque que présente l'utilisation d'une nouvelle forme de béton, dans lequel les éléments fins (les grains de sable) sont remplacés... par du vide. On l'a aussitôt baptisé le « béton à bulles d'air »; officiellement, pour les techniciens, c'est le béton caverneux ou béton à air occlus.

Mais, si ce nouveau béton a d'incontestables avantages économiques, il est d'un maniement difficile, car il doit être coulé très rapidement et par couches horizontales, disposées sur tout le périmètre de l'édifice afin d'assurer une parfaite cohésion. C'est dire en termes clairs qu'un équipement spécial est nécessaire à sa mise en œuvre : il faut le couler dans un coffrage au travers duquel on peut facilement surveiller l'opération. Aussi, bien qu'on ait fait beaucoup de publicité à son sujet, le béton à air occlus est resté d'un emploi très restreint, sauf peut-être aux U. S. A. et en Allemagne. C'est d'ailleurs en Allemagne qu'on vient de mettre au point un appareil de coffrage qui est utilisé sur le premier chantier français.

Ce premier chantier est situé à Martigues, près de Marseille : on y construit un groupe de 93 logements répartis en plusieurs petits immeubles de deux ou trois étages. Le coffrage du béton à bulles d'air s'y fait à l'aide d'un fin grillage dont les mailles ont environ 1 cm de côté ce qui permet de surveiller attentivement et facilement la coulée.

Le succès de l'expérience méridionale doit conduire à l'utilisation fréquente de ce béton, qui présente de grands avantages. Utilisant moins de ciment et ayant un faible retrait, il est d'un prix de revient plus faible que les autres bétons. En outre, par l'air qu'il renferme, c'est un excellent isolant thermique et phonique.

L'ÉVOLUTION DES TARDIGRADES

de la vie aquatique à la vie terrestre

La plupart des zoologistes pensent aujourd'hui que la vie animale a commencé dans les océans.

Certains grands groupes d'animaux n'ont jamais quitté l'océan et s'y trouvent encore exclusivement. Ce sont les Cténophores, les Brachiopodes, les Echinodermes, les Vers Polychètes, les Mollusques Céphalopodes, les Tuniciers. Mais si un cinquième seulement des espèces animales sont aquatiques, seuls deux groupes d'animaux, les Onychophores et les Myriapodes, sont purement terrestres.

Les Vertébrés sont marins, d'eau douce, et terrestres. Avec certains Mollusques et Arthropodes, leurs espèces terrestres représentent les animaux les mieux adaptés à la vie sur le continent. Les espèces terrestres de ces trois embranchements se sont d'ailleurs organisées pour cette vie de façons très différentes : les Mollusques au moyen de mucus et souvent d'une coquille qui empêchent leur dessiccation, les Arthropodes au moyen de sacs feuilletés ou de trachées pour la respiration, leur revêtement chitineux étant particulièrement imperméable, enfin les Vertébrés au moyen de poumons humides et d'une peau sèche et imperméable.

Mais il existe par ailleurs de nombreux groupes d'animaux qui ne sont terrestres qu'à première vue. Tels sont les Protozoaires du sol qui ne sont actifs que lorsque celui-ci est humide. Tels sont encore les Rotifères, les Nématodes et les Tardigrades du sol, des Mousses et des Lichens qui ne sont actifs que lorsque leur substrat est entouré d'une mince pellicule d'eau.

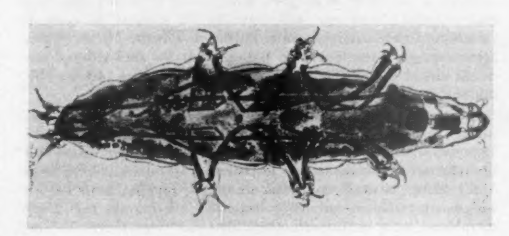
Les Tardigrades sont particulièrement intéressants à cet égard. Élevés en organisation, possédant des appendices, un système musculaire et nerveux (fig. 1, 2, 3) qui les apparente aux Vers et aux Arthropodes, ils se sont adaptés à de nombreux milieux. On en trouve dans les régions littorales de la mer, dans l'eau douce, dans les Mousses et les Lichens de presque toutes les latitudes et altitudes.

Mais les espèces dites terrestres (fig. 1, 2, 3 et 10) sont en vérité semi-aquatiques. Lorsque vient à manquer la mince couche d'eau qui recouvre le thalle du Lichen ou les feuilles de la Mousse où ils vivent, incapables de s'adapter à un réel substrat terrestre, les Tardigrades renoncent à toute activité. Ils se transforment en une mince paillette desséchée (fig. 4) et entrent dans un état de vie latente qui durera tant que le substrat ne redeviendra pas humide.

Nous avons donc là un mode d'adaptation au milieu terrestre qui est purement passif, mais qui est pourtant extrêmement efficace dans la dissémination et la variation des espèces.

Tout nous pousse à croire que les premiers Tardigrades étaient marins, et que l'évolution s'est faite vers l'eau douce, puis vers un substrat humide, permettant encore la vie active. L'adaptation singulière, propre aux Tardigrades et à d'autres groupes muscicoles et lichénicoles que nous avons cités, est la dessiccation très poussée qui permet leur reviviscence après une période passée dans des conditions impropres à leur vie.

La dessiccation est dans ces cas un état bien peu différent de la mort. Récemment Paul Becquerel (1948) a placé des Lichens et des Algues vertes bien secs, contenant leur faune habituelle de Rotifères, de Nématodes et de Tardigrades, dans des tubes de verre où, avant de les sceller à la flamme, il a été réalisé un vide poussé et tel que n'y subsistait plus trace de vapeur d'eau. Après six ans Becquerel a constaté que les



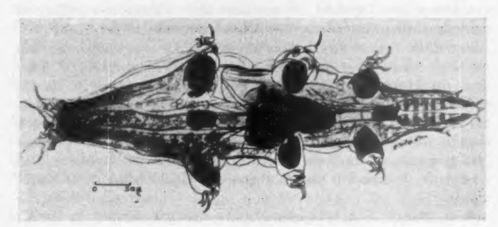


Fig. 2 et 3. — Milnesium tardigradum.
En haut, face ventrale montrant des muscles (R. M. May).
En bas, face ventrale montrant la chaîne ganglionnaire (R. M. May).

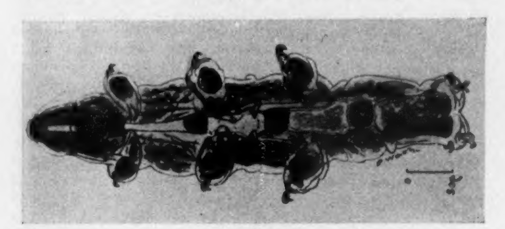


Fig. 1. — Macrobiotus Hufelandi.
Face ventrale montrant la chaîne ganglionnaire (R. M. May)

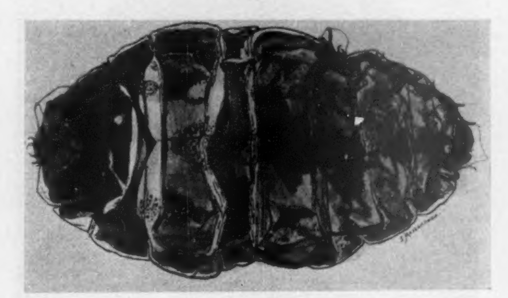


Fig. 4. — Milnesium tardigradum.
Forme desséchée (R. M. May).

organismes végétaux et animaux peuvent, humectés, reprendre leur vie active, même lorsqu'ils ont subi pendant deux semaines l'action de l'air liquide, à — 189°, où les réactions chimiques du métabolisme ne peuvent pas exister.

D'après Becquerel, dans ces conditions le protoplasme se trouve entièrement solidifié. Il a perdu tout ce qu'il pouvait contenir d'eau libre et de gaz; il ne conserve même plus son état colloïdal. Sans gaz, sans eau, la vie a laissé la place à l'anabiose totale. Et cependant, au dégel, lorsque les molécules protéiniques reprennent leur liaison avec les molécules d'eau et ont absorbé l'énergie nécessaire, les phénomènes physico-chimiques de la vie reviennent.

Quelle est l'organisation morphologique qui permet aux organismes reviviscents de subir de telles conditions sans périr ? La seule structure qui soit commune à ces représentants d'embranchements très divers est la cuticule. Or, dans la résistance à des changements de pression osmotique rapides, nous devons assigner un rôle de première importance à la présence d'une membrane externe imperméable. Certains Nématodes, les larves de certains Diptères, vivent dans des milieux très différents de leur milieu interne grâce à une cuticule imperméable.

Bataillon (1900) cite le cas d'œufs d'*Ascaris megalocephala* qui ont formé des embryons vivants après avoir été 6 mois dans du fixateur de Flemming, qui est constitué par de l'acide chromique, du tétroxyde d'osmium et de l'acide acétique. Mais ces œufs, qui sont résistants à de l'alcool à 50 pour 100 ou à l'acide sulfurique au cinquième, voient leur contenu plasmolysé par une solution de chlorure de sodium à 15 pour 100 et au-dessus; le chorion membraneux se détache alors de la coque rigide.

Pour Bataillon la résistance des œufs d'Ascaris à la dessiccation comme à la pénétration de divers liquides plus ou moins toxiques est due à deux facteurs essentiels :

1° L'existence, à l'intérieur de la coque rigide, d'un chorion membraneux qui réalise une paroi semi-perméable des plus parfaites;

2° La concentration extrême du fluide intérieur qui représente une pression osmotique énorme, supérieure à 100 atmosphères dans le contenu fluide d'un œuf d'Ascaris.

On peut penser que les organismes qui, comme les Tardigrades, possèdent une cuticule qui est pratiquement imperméable, ont une forte concentration des plasmas et sont préadaptés à des changements qui tuent des espèces non protégées de cette façon.

Mais d'autres facteurs ont encore agi dans l'évolution des Tardigrades de la mer vers un milieu « terrestre ». L'oxygénation rapide du substrat humide semble être très importante. En effet, on ne trouve pas de Tardigrades dans les Mousses au pied des arbres dans les forêts humides. Les Mousses et

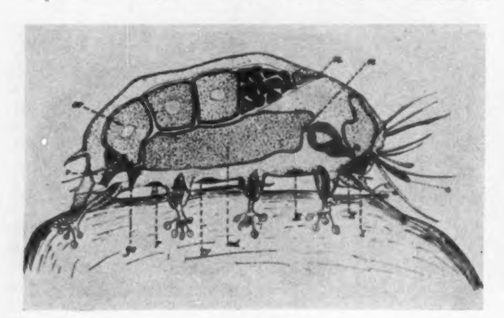


Fig. 5. — Batillipes mirus.
Aspect latéral (E. Marcus).

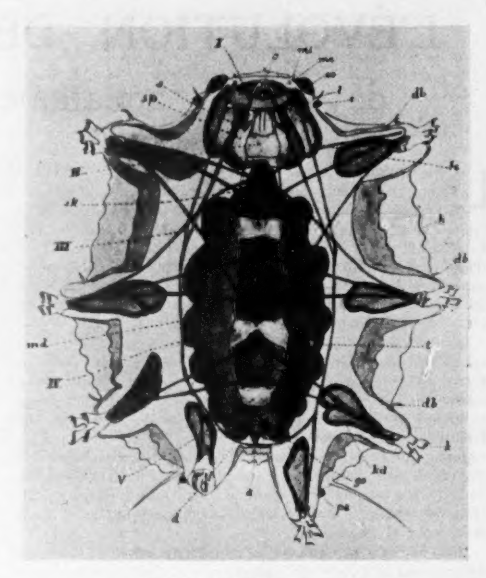


Fig. 6. — Tetrakenton synaptæ.
Face ventrale (E. Marcus).

Lichens les plus riches en Tardigrades sont ceux qui poussent en lames minces exposées en plein soleil, où le dégagement d'oxygène se fait le plus rapidement. D'autre part l'absence d'oxygène fait tomber les Tardigrades dans un état engourdi ou asphyxique.

Entre les Tardigrades marins et « terrestres » il existe tous les intermédiaires.

L'ordre des Echinisciens, caractérisé par la présence d'appendices céphaliques, cirres frontaux et latéraux, et la séparation de l'orifice génital et de l'anus, comprend dix genres, dont cinq sont marins et cinq « terrestres ». L'ordre des Macrobiotes, dépourvu d'appendices céphaliques, et avec un seul orifice ano-génital, comprend cinq genres, dont quatre comprennent des espèces d'eau douce ou « terrestres » et un, *Haplomacrobiotus*, comprend une seule espèce « terrestre » que nous avons récoltée sur des rochers arides au nord du Mexique.

Parmi les espèces marines nous pouvons citer *Batillipes mirus* (fig. 5), Echiniscien sans cuirasse, qui vit dans la mer sur un fond de sable, de quelques millimètres à 8 m de profondeur, et dont les 8 doigts se terminent en pelotes adhésives au lieu de griffes comme chez la plupart des espèces. *Batillipes* se nourrit de Diatomées.

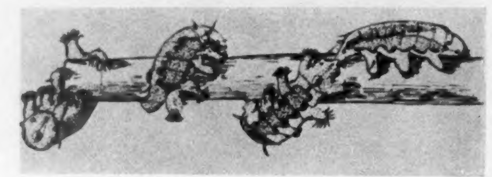


Fig. 7. — Echiniscoides Sigismundi *sur un filament de l'algue* **Enteromorpha** (E. Marcus).

Tetrakentron synaptæ (fig. 6), autre espèce marine, est le seul Tardigrade parasite. Elle vit, en effet, sur les tentacules d'une *Holothurie*, à Roscoff. C'est une petite espèce, de 100 à 200 microns de long, aplatie et entourée à distance d'une cuticule détachée en plus de la cuticule ordinaire.

Echiniscoides Sigismundi (fig. 7) vit sur le gazon court des algues *Enteromorpha* du littoral. Cette espèce est très résistante à sa mise à sec et à des changements de salinité qui ont lieu à marée basse. Elle s'immobilise lorsque les Entéromorphes se dessèchent ainsi que lors des fortes pluies, reprenant son activité lorsqu'elle est à nouveau couverte par la mer. Cuénot (1932) remarque justement qu'il y a là comme une annonce de la reviviscence des Tardigrades « terrestres ».

Les Tardigrades d'eau douce appartiennent tous à l'ordre des Macrobiotes. *Macrobiotus macronyx* (fig. 8), qui est de grande taille, pouvant atteindre 1 mm, et *Hypsibius megalonyx* (fig. 9), qui dans certains cas arrive à pulluler dans les mares et étangs, peuvent tous deux s'enkyster. L'enkystement est un processus bien différent de la dessiccation avec reviviscence ultérieure. Dans l'enkystement, en effet, le Tardigrade se dédifférencie en une masse amorphe, puis il se forme ultérieurement de nouveaux organes et une nouvelle cuticule. Dans la reviviscence,

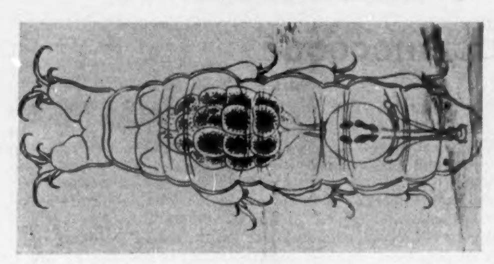


Fig. 8. — Macrobiotus macronyx.
Face dorsale (J. Murray).

par contre, le Tardigrade utilise les mêmes organes et la même cuticule qu'avant sa dessiccation.

Une espèce est particulièrement intéressante au point de vue que nous développons ici. C'est *Macrobiotus hastatus*, qui est sub-aquatique, vivant dans les Sphaignes des tourbières et marais toujours humides, mais qui peuvent subir un début de dessiccation à certains moments. Il n'y a donc dans l'écologie de cette espèce qu'une différence de degré avec les Tardigrades muscicoles et lichénicoles. Les Mousses et les Lichens, en effet, peuvent, dans certaines régions nordiques et pluvieuses, rester humides pendant de très longues périodes, et ne subir que des dessiccations partielles.

Puis viennent, dans cette évolution de la mer vers la terre, les espèces dites terrestres, plus nombreuses et dont nous ne citerons que quelques-unes.

Les Echinisciens non cuirassés *Orcella mollis*, à cuticule papilleuse, et *Parechiniscus chitonides*, à cuticule épaissie par régions, mais sans plaques définies, semblent être des stades dans une orthogénèse probable allant des Echinisciens, marins nus, non cuirassés (fig. 5), jusqu'aux Echinisciens couverts de plaques (fig. 10). Ces derniers sont souvent d'un beau rouge de sang, dû à la présence dans leur cavité générale de granulations non cellulaires qui contiennent un pigment caroténoïde qui semble d'origine alimentaire, comme nous l'avons montré avec J. Massonneau en 1950.

Parmi les Macrobiotes, l'un, *Milnesium tardigradum* (fig. 2, 3, 4) est encore une forme intermédiaire entre les Macrobiotes et les Echinisciens d'une part, les Echinisciens non cuirassés

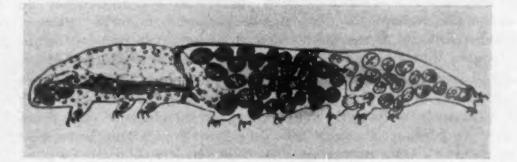


Fig. 9. — Hypsibius megalonyx.
Femelle avec deux mues, successives, contenant des embryons à l'éclosion dans la plus ancienne, des œufs dans la plus récente (W. V. Wenck).

de l'autre. Cette espèce a en effet des palpes céphaliques sensoriels analogues aux papilles et cirres des Echinisciens, et, comme ces derniers, n'a pas de bâtonnets dans le bulbe. C'est une forme de grande taille, pour les femelles tout au moins qui atteignent 1,2 mm, tandis que les mâles n'arrivent qu'à 0,5 mm de longueur. *Milnesium* a été trouvé, non seulement dans son habitat habituel, les Mousses et Lichens, un peu partout, de l'arctique à l'antarctique, et jusqu'à une altitude de 6 000 m dans l'Himalaya, mais aussi dans l'eau de certains lacs.

Un autre grand Macrobiote cosmopolite est *Macrobiotus Hufelandi* (fig. 1), le plus commun des Tardigrades en plaine et en montagne. Il fut nommé en 1834 par Schultze en l'honneur du médecin Hufeland qui avait écrit en 1796 un livre, *Macrobiotik*, sur l'art de prolonger la vie humaine.

Si tout nous porte à croire que l'évolution des Tardigrades a bien eu lieu de la mer vers la terre, il était bon de voir expérimentalement quelles sont les réactions adaptatives de Tardigrades « terrestres » à des variations de salinité. C'est ce que nous avons étudié avec J. Collin (1950).

Macrobiotus Hufelandi, immergé dans une solution de chlorures pendant un temps limité, s'immobilise et prend l'aspect « desséché » sous forme d'un tonnelet. Replacé dans l'eau douce il revient à la vie active.

Or, plus la concentration du sel est forte, et par conséquent la pression osmotique élevée, plus le passage à la forme « desséchée » est rapide. Il en est de même dans des solutions de

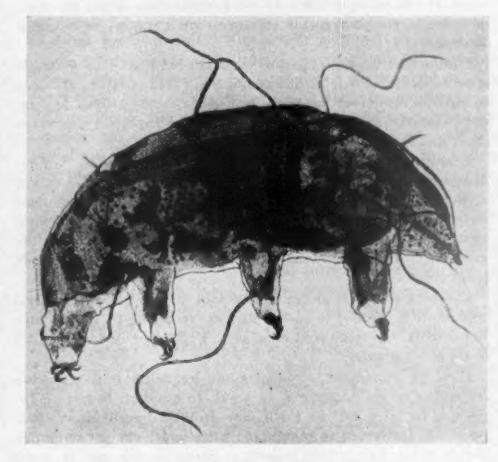


Fig. 10. — Echiniscus Blumi.
Vue latérale (R. M. May).

glucose, non ionisable, mais dans une pseudo-solution de gomme arabique il n'y a pas de passage à la forme « desséchée ». Cette forme semble donc fonction de la pression osmotique, tout en dépendant aussi de la nature du corps dissous.

L'immersion dans l'eau de mer donne lieu à des phénomènes semblables, en 28 à 30 s, temps voisin de celui nécessaire pour provoquer la forme « desséchée » par du chlorure de sodium à 37 pour 1 000, mais avec une reviviscence ultérieure plus rapide qu'après immersion dans cette dernière solution. De plus, les Macrobiotes y supportent mal 6 h d'immersion, tandis qu'une immersion d'un jour dans l'eau de mer est suivie de reviviscence.

De ces expériences nous pouvons tirer plusieurs conclusions. Il semble tout d'abord que ces réactions adaptatives à l'immersion dans une solution saline soient à rapprocher du passage à la vie latente des Tardigrades soumis à la dessiccation. Aussi, chez *Macrobiotus Hufelandi*, la résistance plus grande à l'eau de mer qu'à du chlorure de sodium de même concentration appuie l'hypothèse selon laquelle les Tardigrades seraient d'origine marine. En effet, la résistance des Tardigrades à l'augmentation de salinité semble être un des aspects de leurs possibilités de déshydratation.

Nous pouvons donc dire que l'adaptation à de fortes concentrations salines a pu être une des étapes qui auraient permis à ce groupe le passage du milieu marin au milieu muscicole et lichénicole. L'expérimentation appuie ici par ses données les déductions tirées de la morphologie et de l'écologie comparées des Tardigrades [1].

RAOUL-MICHEL MAY,
Professeur à la Sorbonne.

1. Pour plus de détails, voyez : R. M. MAY. *La vie des Tardigrades*. Gallimard, Paris, 1948, 131 p., 62 figures.

Un petit ver du Chien dangereux pour l'Homme :

Le Ténia Échinocoque

L'IDÉE courante d'un ver solitaire est celle d'un ver plat, rubané, d'une belle longueur, vivant isolé dans le tube digestif; la larve, enkystée dans les muscles d'un animal domestique, a été absorbée dans la viande de celui-ci et si la viande a été mal cuite, la larve, restée en vie, s'est transformée dans le tube digestif en adulte qui s'y est accroché et y prospère. Cela est vrai dans le cas des vers solitaires communs de l'homme (*Tænia saginata*, transmis par le bœuf, et *Tænia solium*, transmis par le porc), dans le cas aussi du bothriocéphale, transmis par la chair de certains poissons; c'est vrai encore des ténias du chien ou du chat, dont les hôtes intermédiaires sont le lapin, le mouton, la souris, etc. Mais il est d'autres cas où c'est la larve qui a le rôle pathogène. Si le bœuf ou le porc ne souffrent pas de la présence dans leurs muscles des larves des vers solitaires de l'homme, il n'en est pas de même des ténias du chien dont les larves provoquent le tournis du mouton, la cénurose du lapin, etc.

L'homme s'intercale parfois accidentellement dans le cycle d'un ténia du chien, le minuscule ténia échinocoque, et, dans ce cas, les kystes et les abcès provoqués, surtout dans le foie, par la larve, qui vit habituellement chez les herbivores, peuvent avoir une certaine gravité.

L'adulte est un tout petit ver qui vit en parasite dans le duodénum du chien. Il mesure quelques millimètres de long et son corps, fait assez exceptionnel chez un ténia, comprend seulement trois anneaux à la suite de la « tête » ou scolex. Ce scolex porte quatre ventouses latérales circulaires qui font saillie comme de gros yeux et une couronne antérieure de crochets en forme de poignards.

Les deux premiers anneaux sont tout petits et le dernier, qui représente à lui seul la moitié du ver, renferme près d'un millier d'œufs. Ces œufs sont éliminés à l'extérieur et vont souiller le sol et les plantes.

C'est en mangeant les plantes sur lesquelles sont accrochés les œufs que les herbivores, le bœuf, le mouton, le porc, s'infestent. La larve sort de l'œuf dans le tube digestif de ces animaux et, traversant la membrane intestinale, elle est emportée par le sang. Les larves remontent jusqu'au foie par la veine porte, gagnent le cœur par les veines sus-hépatiques et la veine cave, font le détour de la petite circulation par le poumon, reviennent au cœur dans le ventricule gauche et, enfin, sont lancées dans la grande circulation, suivant l'artère aorte et ses ramifications; la plupart n'accomplissent pas tout ce voyage et s'arrêtent dans le foie ou dans le poumon; d'autres, sont dis-

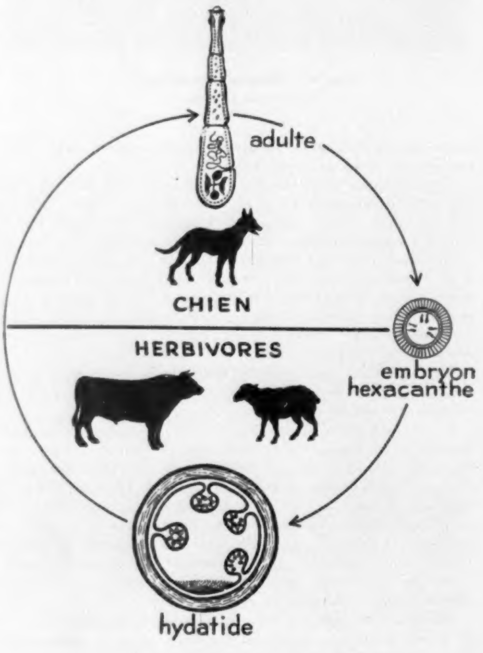


Fig. 1. — *Le cycle de l'échinocoque.*

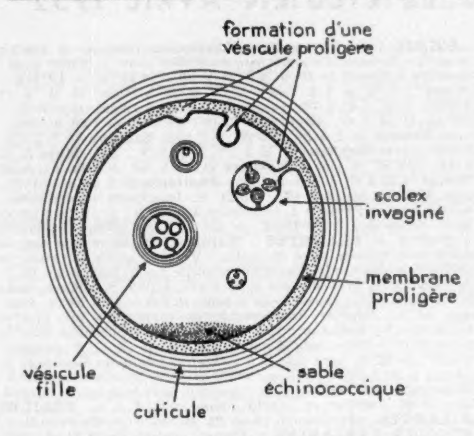


Fig. 2. — *L'évolution de la vésicule hydatique.*

tribuées dans les muscles, les os ou divers organes, comme le rein, le cœur ou le cerveau.

C'est en dévorant des organes ou des morceaux de viande contaminés que les chiens s'infestent. La larve, dans leur intestin, se transforme en adulte et ainsi le cycle est bouclé.

Tout cela se passerait uniquement entre herbivores et carnivores si l'homme ne venait s'interposer, par pure imprudence. Des œufs d'échinocoque éliminés par le chien, un certain nombre s'arrête en effet soit sur les bords de l'anus soit dans deux glandes situées à la limite du rectum, les glandes anales, spéciales au chien (c'est d'ailleurs par la compression de ces glandes, que les vétérinaires établissent avec certitude un diagnostic en cherchant au microscope la présence d'œufs de ténia dans le liquide qui en sourd). La présence des œufs aux marges de l'anus irrite cette région et le chien, pour satisfaire son envie de se gratter, réagit de deux façons : d'une part, en traînant son derrière sur le sol, symptôme très caractéristique de la présence de vers intestinaux et qu'on nomme le « signe du traîneau »; d'autre part, en se léchant et, par voie de conséquence, en répandant des œufs d'échinocoques sur ses babines et sur sa langue.

Certaines personnes ont la fâcheuse habitude de se laisser lécher ou embrasser par leur chien, ou encore d'utiliser des plats ou des assiettes mal nettoyés dans lesquels l'animal a mangé auparavant. Ainsi, les œufs d'échinocoque sont absorbés par l'homme, digérés dans l'estomac et libèrent des embryons hexacanthes, à six crochets, d'environ 25 μ de diamètre qui passent dans la circulation et sont entraînés dans divers organes où ils se fixent, comme nous le savons déjà.

Lentement, l'embryon devient larve; en un mois, celle-ci forme un nodule de 1 mm; après 5 mois, c'est une vésicule de 2 cm de diamètre; complètement développée, la vésicule forme un kyste qui peut atteindre la grosseur de la tête d'un homme; c'est ce kyste, l'hydatide, qui cause des troubles graves, qu'il soit logé dans le foie, les poumons, le péritoine, les reins, le cerveau, etc.

Autant le ver adulte était minuscule, autant sa larve devient énorme. A l'origine, elle n'est qu'une petite boule à double paroi : une externe, lamellaire, protectrice, assez dure, une interne vivante, qui bourgeonne vers l'intérieur. Ces petits bourgeons se transforment bientôt en vésicules accrochées à la membrane vivante par un pédoncule. On nomme la membrane vivante, membrane proligère, et les vésicules, vésicules proligères ou vésicules internes. La membrane de ces vésicules internes porte à son tour des bourgeons qui se transforment en petites boules creuses; chacune de ces boules est un futur scolex de ténia. L'ensemble est rempli d'un liquide clair contenant des sels minéraux et une albumine toxique.

Où les choses se compliquent, c'est que la membrane proligère peut, pendant très longtemps, bourgeonner des vésicules internes et qu'ainsi la petite larve primitive, grossissant à mesure qu'elle se remplit, peut atteindre la taille d'une tête d'enfant. A leur tour, les vésicules internes ou même les scolex peuvent donner naissance à des vésicules filles qui flottent librement dans le liquide. On estime que, grâce à cet étonnant pouvoir de multiplication, une seule larve d'échinocoque peut produire jusqu'à 2 500 000 scolex, c'est-à-dire 2 500 000 futurs vers parasites du chien.

On comprend que la présence d'une ou plusieurs larves, chacune formant ce qu'on nomme un kyste hydatique, puisse avoir de graves répercussions pour l'hôte parasité, d'une part, parce que l'albumine toxique sensibilise le malade et détermine de fréquentes crises d'urticaire, d'autre part, parce que la présence du kyste dans un organe vital entraîne un mauvais fonctionnement de ce dernier, sans parler des accidents découlant des compressions mécaniques locales provoquées par les kystes de grande taille.

On estime que les kystes se localisent au foie dans 60 pour 100 environ des cas d'échinococcose, aux poumons, dans 35 pour 100 des cas, aux reins, au cerveau, etc., ensuite. Les symptômes sont extrêmement variables, allant de la douleur locale et de l'ictère, lorsque le foie est atteint, à la pneumonie chronique lorsque c'est le poumon, à des fractures osseuses, à la perforation du diaphragme, etc.

Le diagnostic de la maladie, chez l'homme, est très difficile, surtout au début, et il faut, pour le poser avec certitude, recourir à des réactions sérologiques, du genre de celle de Bordet-Wassermann.

Le traitement est non moins délicat à mettre en œuvre. Aucun des ténifuges n'a d'effet contre la larve et, pratiquement, on ne peut que recourir à l'extirpation totale chirurgicale des kystes, sans les ouvrir par crainte d'essaimer des larves, ni les ponctionner pour ne pas infecter le liquide hydatique. Mieux vaut donc éviter l'échinococcose par une sage prophylaxie.

La lutte contre l'échinocoque

C'est probablement l'Islande qui a donné l'exemple de la lutte la plus intelligente contre cette maladie. Les livres classiques parlent encore de ce pays comme de la patrie de l'échinococcose, mais, en réalité, elle y est maintenant devenue rare. En revanche, elle continue à sévir avec une assez grande fréquence sur le littoral méditerranéen, notamment en Égypte, ainsi que dans la partie méridionale de l'Amérique du Sud (Sud du Brésil et Argentine tout particulièrement). Elle est encore assez répandue au Moyen-Orient, en Australie et en Europe Centrale. En France même, elle est assez rare, sauf peut-être dans le sud-ouest du pays.

La prophylaxie de l'échinococcose repose à la fois sur l'éducation du public et, surtout, sur la lutte contre l'infestation des chiens. En Islande, par exemple, comme plus récemment en Patagonie (Argentine), on a institué des traitements antivermineux obligatoires pour tous les chiens; il faut associer cette mesure avec l'élimination impitoyable de tous les chiens errants.

D'autre part, et c'est le cas en France, il doit être interdit aux chiens de circuler dans les abattoirs, où, d'autre part, tout viscère ou morceau de viande portant des kystes hydatiques doit être saisi et incinéré ou dénaturé immédiatement. Il est plus difficile de surveiller les tueries particulières, les bergers et leurs chiens, mais on pourrait sans doute les atteindre par une propagande répétée.

André Senet.

VOLCANS et énergie électrique

Des recherches sont actuellement poursuivies en vue de l'utilisation de la chaleur des profondeurs du sol dans les régions volcaniques, pour la production d'énergie électrique.

La « United Nations Technical Assistance Administration » s'intéresse à ces recherches. Des études sont en cours à l'Ile Santa Lucia où les fumerolles d'origine volcanique sont abondantes.

En Italie, on trouve une région de quelque 700 km^2, à Larderello où les « soffioni », sources de vapeurs chargées d'acide borique sont nombreuses.

Depuis 1904, ces émanations sont utilisées industriellement. Leur débit a été largement développé par des forages. Dès 1932, elles alimentaient des groupes turbo-alternateurs de près de 15 000 kW. En 1948, la puissance installée totalisait 150 000 kW. Les forages atteignent de 200 à 600 m de profondeur. Les vapeurs s'échappent à une température de l'ordre de 200° C. sous environ 3,5 kg de pression. Elles contiennent, par 100 kg, une trentaine de grammes d'acide borique qui sont récupérés.

On envisage de développer la production d'énergie électrique de la région de Larderello et de la porter à 2 milliards de kilowatt/heure annuels qui seraient utilisés pour l'électrification des chemins de fer italiens.

Il existe certainement dans cette région d'importantes réserves d'énergie naturelles. L'année dernière, un forage atteignant les vapeurs souterraines a débité, en même temps que de la vapeur, des roches portées au rouge sombre dans un bruit d'explosion qui a alerté tout le voisinage.

En Islande, célèbre par ses geysers, les sources d'eaux chaudes et de vapeur sont utilisées pour le chauffage des habitations, des établissements de bains, des piscines et la production d'énergie électrique.

LE CIEL EN AVRIL 1952

SOLEIL : du 1er au 30, sa déclinaison croît de + 4°38′ à + 14°51′ ; la durée du jour passe de 12^h50^m le 1er à 14^h29^m le 30 ; diamètre apparent le 1er = 32′3″,1, le 30 = 31′47″,8. — **LUNE :** Phases : P. Q. le 2 à 8^h48^m, P. L. le 10 à 8^h53^m, D. Q. le 17 à 9^h7^m, N. L. le 24 à 7^h27^m ; *apogée* le 3 à 18^h, diam. app. 29′34″ ; *périgée* le 18 à 8^h, diam. app. 32′18″. Principales conjonctions : avec **Uranus** le 2 à 3^h, à 3°36′ S. ; avec **Saturne** le 9 à 20^h, à 6°50′ ; avec **Neptune** le 10 à 13^h, à 6°16′ N. ; avec **Mars** le 12 à 11^h, à 6°43′ N. ; avec **Mercure** le 22 à 16^h, à 5°32′ S. ; avec **Vénus** le 23 à 4^h, à 5°49′ S. ; avec **Jupiter** le 24 à 2^h, à 5°54′ S. ; avec **Uranus** le 29 à 13^h, à 3°21′ S. Principales occultations : de A *Gémeaux* (5^m,1) le 2, immersion à 20^h6^m,0 ; de 75 *Lion* (5^m,4) le 7, immersion à 20^h14^m,2, et de 76 *Lion* (6^m,0), immersion à 21^h47^m,1. — **PLANÈTES : Mercure,** en conjonction avec le Soleil le 5, ensuite astre du matin ; **Vénus,** visible le matin, se lève le 6 à 4^h49^m, une demi-heure avant le Soleil, diam. app. 10″,7, en conjonction avec Mercure le 16 à 19^h, à 1°19′ N. ; **Mars,** dans la *Vierge*, visible presque toute la nuit, se lève le 18 à 20^h2^m, diam. app. 15″,6 ; **Jupiter,** inobservable, en conjonction inf. avec le Soleil le 17 ; **Saturne,** dans la *Vierge*, en opposition avec le Soleil le 1er, visible toute la nuit, diam. app. le 18, 17″,2 ; anneau : grand axe 42″,3, petit axe 5″,7 ; **Uranus,** dans les *Gémeaux*, se couche le 30 à 0^h9^m, position : 6^h47^m et + 23°23′, diam. app. 3″,5 ; **Neptune,** dans la *Vierge*, en opposition avec le Soleil le 10, position le 30 : 13^h16^m et — 6°10′, diam. app. 2″,5. — **ÉTOILES FILANTES :** *Lyrides*, du 19 au 22, radiant vers 104 *Hercule*. — **ÉTOILES VARIABLES :** Minima observables d'*Algol* (2^m,2-3^m,5) : le 3 à 18^h,2, le 15 à 5^h,4, le 23 à 19^h,9 ; minima de β *Lyre* (3^m,4-4^m,3) : le 1er à 20^h,3, le 14 à 18^h,6, le 27 à 16^h,9 ; maxima : de R *Cancer* (6^m,0-11^m,8) et de T *Grande Ourse* (5^m,5-13^m,5) le 13 ; de R *Grande Ourse* (5^m,9-13^m,6) le 19. — **ÉTOILE POLAIRE :** Passage inf. au méridien de Paris : le 10 à $0^h26^m36^s$, le 20 à $23^h43^m22^s$, le 30 à $23^h4^m6^s$.

Phénomènes remarquables. — Saturne en opposition avec le Soleil le 1er. — **Lumière zodiacale** le 18, le soir à l'Ouest, après le crépuscule. — **Étoiles filantes Lyrides** du 19 au 22. — **Lumière cendrée de la Lune :** le matin le 21 et le soir du 26 au 29.

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. Fournier.

Les Laminaires ne sont pas des piles atomiques

Au cours d'études sur les Laminaires (*Laminaria flexicaulis*), Freundler avait constaté que la teneur en iode d'échantillons de ces algues, conservés pendant plusieurs mois, en vase clos, au laboratoire, pouvait présenter des variations et il fut amené à en conclure que l'iode, dans les Laminaires, existait sous deux formes, l'une qu'il appela « iode normal », jouissant des propriétés connues de l'iode, donc accessible aux méthodes habituelles d'analyse, l'autre, « iode dissimulé », constitué par un isotope de l'étain engagé dans un composé azoté, ne présentant aucun de ces caractères, mais capable de se transformer en iode normal dans certaines conditions. Selon un autre chercheur, Spindler, il s'agissait, au sein de l'algue, d'une véritable genèse de l'iode à partir du protoplasme. Par la suite, Spindler a énoncé une hypothèse analogue au sujet du potassium.

Mais étudiant à leur tour la question à l'Institut Océanographique, Jean Brouardel et Émile Rinck ont montré que ces hypothèses sur l'évolution de l'iode et du potassium par transmutation chez les Laminaires reposaient sur des bases expérimentales erronées. Les variations de la teneur de ces deux éléments sont simplement liées au fait qu'ils ne se répartissent pas uniformément le long de l'algue, contrairement à ce qu'avaient admis *a priori* Freundler et Spindler. Il nous faut donc renoncer à la séduisante idée que les Laminaires puissent jouer les piles atomiques.

A la Terre Adélie

Après un essai tardif et infructueux, en 1949, pour atteindre la côte antarctique, le *Commandant Charcot*, commandé par le Capitaine de vaisseau Max Douguet, avait eu la chance deux années de suite, de trouver une banquise assez étroite, mince et disloquée pour toucher terre en un point aperçu par Dumont d'Urville en 1839 et y débarquer le personnel et le matériel destinés à des hibernages successifs. Autour de cette base dénommée Port-Martin, des explorations furent poussées le long de la côte et vers l'intérieur ; une base secondaire fut établie dans l'ouest, à Pointe Géologie. L'hiver dernier (c'est-à-dire pendant l'été austral, seul moment où l'on puisse trouver la banquise franchissable), la relève eut lieu sans encombre. Cette fois-ci, elle fut confiée à un navire norvégien *Tottan*, affrété pour ce transport. Le 25 janvier dernier, on apprit qu'il avait atteint Port-Martin et venait d'assister à l'incendie de la base, attisé par un vent de 100 km/h. Les ateliers, les logements, le matériel mécanique, électrique, radio, tout est détruit. Heureusement, les documents recueillis pendant l'année dernière avaient été mis en caisses pour être embarqués et ont été sauvés.

Malgré cette perte considérable et la diminution des moyens d'études qui en résultent, sept des arrivants ont débarqué et vont poursuivre les observations à Pointe Géologie jusqu'à la relève de l'an prochain. Admirons-les et souhaitons-leur bonne chance !

Le gérant : F. Dunod. — Dunod, éditeur, Paris. — Dépôt légal : 1er trimestre 1952, n° 2352. — Imprimé en France.
Barnéoud frères et Cie, imprimeurs, (310566), Laval, n° 2509. — 3-1952.

LES LIVRES NOUVEAUX

Actes du colloque international de mécanique. Tome I. 1 vol. in-8°, 298 p., fig. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, 1951. Prix : 1 800 francs.

Ce colloque a été tenu à Poitiers en avril 1950. Ce premier tome contient les allocutions prononcées, une étude sur Descartes qui fut bachelier et licencié de l'université de Poitiers, puis une série de communications sur des problèmes d'énergie et de propulsion, sur des questions modernes de thermodynamique et d'échanges thermiques.

Initiation à l'étude du ciel, par P. Pasquier. 1 vol. in-8°, fig. et cartes. Vuibert, Paris, 1951. Prix : 330 francs.

Cet excellent guide permet d'identifier les étoiles et les constellations et de les retrouver facilement à toute époque de l'année et à toute heure de la nuit. Il constitue un atlas céleste, avec 7 planches originales, comprenant les 800 principales étoiles visibles en France.

Traité de géodésie, par P. Tardi et G. Laclavère. 1 vol. in-8°, 396 p., 120 fig. Gauthier-Villars, Paris, 1951. Prix : 2 500 francs.

Cette seconde édition qui paraît 18 ans après la première, est une mise au point mise à jour, mais reste le traité destiné aux géodésiens ayant une culture mathématique. Ce premier fascicule du tome I, traite des méthodes mathématiques utilisées en géodésie et des triangulations et polygonations sur le terrain. Le fascicule 2, à paraître en 1952, exposera les calculs des opérations précédentes. Le tome II, également prévu pour 1952, sera consacré à l'astronomie géodésique de position ; enfin, en 1953, le tome III traitera de l'introduction en géodésie de la notion de potentiel et de champ potentiel et exposera les connaissances actuelles sur la forme et les dimensions de la terre.

La structure des théories physiques, par Paulette Destouches-Février. 1 vol. in-8°, 423 p. Presses universitaires de France, Paris, 1951. Prix : 1 400 francs.

L'auteur cherche une philosophie de la matière ; à côté de la logique classique, elle pense qu'il faut en construire d'autres adaptées aux nouveaux domaines ouverts par les physiciens. M. Louis de Broglie écrit dans sa préface : « Si les philosophes et les épistémologistes éprouveront certainement un grand intérêt à lire le livre de Mme Destouches-Février, peut-être les physiciens ressentiront-ils un certain malaise en présence d'un exposé qui leur paraîtra très abstrait ».

Adsorption, par C. L. Mantell. 1 vol. in-8°, 634 p., 273 fig. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1951. Prix : relié, 72 sh.

Après un rappel en quelques pages des théories de l'adsorption, vient l'étude des produits utilisés industriellement : terres adsorbantes, alumine, charbons actifs, silice, échangeurs d'ions, dérivés magnésiens, etc. Puis, l'auteur aborde les applications de l'adsorption dans une série d'industries chimiques, parachimiques, pharmaceutiques ; en analyse chromatographique, etc. Il termine par les méthodes d'essai, de contrôle et les spécifications des adsorbants. Cet ouvrage contient 133 tables numériques et traite toutes les techniques dont l'emploi est maintenant très répandu.

Les accélérateurs de particules, communications réunies par L. de Broglie. 1 vol. in-8°, 324 p., ill. Éditions de la Revue d'Optique, Paris, 1951. Prix : 1 600 francs.

Communications présentées par divers auteurs aux réunions d'études tenues en mai 1949 sous la présidence de M. Louis de Broglie. Elles portent sur les générateurs électrostatiques, les accélérateurs linéaires, les synchrotrons, cyclotrons, bétatrons, leurs applications à la physique nucléaire, les mésons artificiels, etc. Toutes ces questions sont du plus haut intérêt puisque du développement des accélérateurs dépendent les progrès de nos connaissances en physique nucléaire.

The fission products, par C. D. Coryell et N. Sugarman. 3 vol. in-8°, 2086 p., fig. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1951. Prix : relié, 148 sh.

Ces trois volumes font partie des National Nuclear Energy Series publiées sur les recherches atomiques poursuivies aux États-Unis de 1942 à 1946. On y trouve 336 communications d'auteurs spécialisés, sur les produits de fission atomique, leur nature, leurs propriétés radiochimiques et autres. Des informations détaillées et précises sont données sur les instruments de mesure, accompagnées de nombreux croquis d'appareils, de schémas de montage, de graphiques, de photos et de tables numériques. C'est une documentation théorique et pratique d'une valeur exceptionnelle. En appendice ont été réunies des références bibliographiques sur les travaux publiés jusqu'à la fin de 1950.

History of the theories of Aether and Electricity, par E. Whittaker. 1 vol. in-8°, 434 p. Nelson and Sons, Londres, 1951. Prix : relié, 32 sh. 6 d.

Réédition revue et développée de l'ouvrage publié par l'auteur en 1910. C'est l'histoire des théories classiques de l'éther et de l'électricité depuis les spéculations des philosophes grecs jusqu'aux environs de 1910. Il trace le chemin à travers les travaux de Newton, Galvani, Fresnel, Faraday, Ampère, Maxwell, Lorentz, pour ne citer que les principaux. Un 2e volume conduira le lecteur jusqu'à nos jours.

Report on progress in Physics. Vol. XIV, 1951. 1 vol. in-4°, 412 p., fig. Physical Society, Londres, 1951. Prix : relié, 2 £ 10 s.

Communications de divers auteurs sur des questions choisies par la Société de Physique de Londres comme présentant de sensibles progrès, notamment sur la spectroscopie d'absorption en ultra-violet, la structure fine de l'hydrogène atomique et de l'hélium ionisé, l'optique interférométrique, les aberrations optiques, les rayons cosmiques, les spectres atomiques, l'ionosphère, la physique nucléaire en médecine.

Schémas de montage d'un téléviseur. Cahier technique Mazda, 1950. Paris.

Ce document accompagné de 8 planches relatives à la construction d'un téléviseur à 441 lignes est destiné à ceux qui désirent réaliser un appareil moderne à amplification directe ou à changement de fréquence.

Tubes électromètres. Cahier technique Mazda, 1951, Paris.

Informations et schémas pour l'emploi de ces tubes aux multiples applications : mesure des résistances élevées, d'isolements, de pH, de courants photo- et piézoélectriques, d'ionisation, d'intensité de radiations, etc.

Chimie générale, par L. Pauling. 1 vol. 608 p., 127 fig. Dunod, Paris, 1951. Prix : relié, 2 600 francs.

Cet ouvrage a été rédigé pour fournir aux étudiants anglais une vue d'ensemble de cette science, en particulier sur les rapports entre les propriétés des corps et leur structure, la nature et les caractères des liaisons chimiques. L'originalité et la clarté de l'exposé sont bien propres à familiariser avec une science de toute première importance dans la vie moderne.

Éléments de thermodynamique chimique, par G. Allard. 1 vol. in-16, 472 p., 61 fig. Albin Michel, Paris, 1951. Prix : 1 380 francs.

L'emploi de la mécanique classique, même statistique, s'avérant inadéquat et celui de la mécanique ondulatoire indispensable, l'auteur en expose les bases. Il développe largement le « principe d'exclusion » de Pauli, d'une fécondité exceptionnelle puisque, formulé pour interpréter des phénomènes spectroscopiques, il a fourni l'explication de la valence chimique, puis, appliqué à la thermodynamique, a permis la découverte de l'ortho et du parahydrogène. L'auteur traite encore de la théorie des chaleurs spécifiques, des électrolytes forts et de la structure atomique. C'est une excellente introduction à la chimie moderne.

La chimie organique, par René Tiollais. 1 vol. in-16, 136 p. Collection « Que sais-je ? ». Presses universitaires de France, Paris, 1951.

Cet ouvrage de vulgarisation présente les grandes fonctions de la chimie organique et donne quelques exemples des séries de transformations conduisant à des substances utilisées dans les industries des produits pharmaceutiques, des matières colorantes, des plastiques, des textiles synthétiques, etc. C'est une excellente introduction à l'étude plus approfondie d'une science dont le développement a été, ces dernières années, particulièrement spectaculaire.

L'ère des matières plastiques, par M. Fournier. 1 vol. in-8°, 272 p., 34 fig. Dunod, Paris, 1951. Prix : 580 francs.

Cet ouvrage contient l'essentiel de ce qui doit être connu des matières plastiques et met en valeur la place qu'elles occupent dans la vie économique moderne. Il facilite l'accès aux monographies et aux études plus complètes. Cette excellente mise au point traite des propriétés des matières plastiques, de la technique de leurs transformations, de leurs applications et de leurs débouchés ; il montre les possibilités si variées d'utilisation des plastiques, encore trop peu connues.

La métallurgie des poudres, par R. Griesche. 1 vol. in-8°, 100 p. Éditions de la Revue d'Optique, Paris, 1951. Prix : 500 francs.

L'auteur, spécialiste de ces techniques, en fait un excellent résumé. Il s'adresse aux techniciens de la métallurgie et de la mécanique et à tous ceux qui s'intéressent aux questions économiques et à la productivité, puisque la métallurgie des poudres épargne des centaines de tonnes de métaux et des millions d'heures de travail.

Materials of construction for chemical process industries, par J. A. Lee. 1 vol. in-8°, 468 p., fig. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1950. Prix : relié, 52 sh.

On sait les problèmes difficiles que pose la transposition du laboratoire à l'usine d'un procédé de fabrication chimique. Le choix des matériaux est particulièrement délicat du fait de la corrosion et les erreurs sont fort onéreuses. Voici des informations précises, ayant subi l'épreuve de l'expérience industrielle sur plus de trois cents fabrications. Il constitue un guide précieux pour les constructeurs, les ingénieurs et les techniciens des industries chimiques.

Les détergents modernes. 1 broch. in-8°, 44 p.

Étude générale des détergents modernes et de leurs applications publiée par la Chambre syndicale des transformateurs de matières grasses. Cette mise au point expose les progrès constants réalisés dans le domaine des corps tensio-actifs qui prend de plus en plus d'extension.

Principles of Petroleum geology, par W. L. Russell. 1 vol. in-8°, 508 p., ill. cartes. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1951. Prix : relié, 40 sh.

Mise au point très complète de l'état actuel des connaissances acquises sur la géologie du pétrole, son origine, sa composition, la formation et la structure des gisements, la prospection, y compris les méthodes géophysiques et les techniques récentes telles que le recours aux rayons gamma et aux neutrons. Des références bibliographiques renvoient aux textes originaux.

Les gîtes de marne de la province de Québec, par G. W. Waddington. 1 vol. in-8°, 132 p., fig., 1951.

La géologie de l'Est de Gaspé, par H. W. McGerrigle. 1 vol. in-8°, 174 p., fig. et cartes, 1950.

Rapports géologiques publiés par le Ministère des Mines du Canada.

Plans et cartes, graphiques et diagrammes, par L. Le Baut. 1 vol. in-8°, 54 p., 58 fig., 11 cartes dont 2 en couleurs. André Lesot, Paris, 1951. Prix : 290 francs.

Pour apprendre la géographie, il faut savoir lire les cartes et les plans, connaître non seulement leurs signes, mais leurs modes de protection et leurs déformations, et pour les données économiques et statistiques, les comparer au moyen de diagrammes, de graphiques, de dessins. Ce peut être un exercice facile ou même un jeu pour les élèves qui liront ce petit livre.

The physical basis of life, par J. D. Bernal. 1 vol. in-16, 80 p. Routledge et Kegan Paul, Londres, 1951. Prix : relié, 6 sh.

Grand physicien, l'auteur s'est penché sur la vie, la matière vivante, les organismes et il a fait à la Physical Society une lecture retentissante où il a donné une vue d'ensemble de ses spéculations sur ces sujets. L'auteur, qui est marxiste, connaît toutes les données nouvelles sur la matière, les hypothèses récentes sur l'évolution du globe et du monde, les techniques

physiques et chimiques nées en ces dernières années et il s'en sert pour présenter l'origine et les fonctions de la vie, considérée d'un point de vue physique. C'est un vaste tableau qui excite l'imagination... et ne manquera pas d'attirer aussi des discussions.

Time's Arrow and Evolution, par Harold F. BLUM. 1 vol. in-8°, 222 p., 20 fig. Princeton University Press, 1951.

Le sens de l'évolution ne peut être que celui de l'univers ; la deuxième loi de la thermodynamique en fournit une satisfaisante indication, donnant une direction aux événements, sinon leur vitesse, comme une « flèche du temps ». L'auteur examine de ce point de vue la formation de la terre, l'apparition de la vie, la suite irréversible des êtres vivants, leur organisation et leur complexité croissantes, leur adaptation au milieu. C'est une vue synthétique qui ne heurte point les données et les théories actuelles.

Théâtre de veille et théâtre de songe, par J. P. GONSETH. 1 vol. in-8°, 108 p. Dunod, Paris, 1950.

L'auteur applique à la psychologie la méthode de la dialectique qu'il juge justifiée dans les sciences exactes, ce qui constitue, à son avis, un premier pas vers de larges vues sur la dialectisation de la conscience, la constitution d'une phénoménologie du profond, les deux états du théâtre, celui de veille et celui de songe. L'auteur estime pouvoir ainsi parvenir à une perspective d'ensemble dans laquelle tous les éléments essentiels de la psychologie seraient réunis et intégrés.

The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Selected writings of N. J. VAVILOV. 1 vol. in-4°, 364 p., fig. Chronica botanica, Waltham (Mass.) ; Raymann, Paris, 1950. Prix : 7,50 dollars.

On connaît l'auteur. Né en 1887, en Russie, ayant étudié l'hérédité en Angleterre, notamment avec Bateson, il était devenu professeur à Moscou, académicien de l'U.R.S.S., le plus grand des biologistes russes. Il est probablement mort en 1942, après le triomphe politique de Lisenko, laissant diverses études écrites en russe qu'on trouve ici traduites en anglais. Elles montrent la qualité scientifique de Vavilov, son don d'observation, sa méthode de recherche et les résultats qu'il obtint pour le choix des plantes de culture.

Bibliographie des langues aymara et kiena, par Paul RIVET et Georges DE CRÉQUI-MONTFORT. Vol. I. 1 vol. in-4°, 501 p., fig. Institut d'Ethnologie, Paris, 1951. Prix : 3 200 fr.

A l'œuvre déjà considérable publiée par l'Institut d'Ethnologie, notamment en linguistique, un monument vient s'ajouter, dû aux deux plus grands américanistes français. Si l'inventaire des langues océaniennes et africaines est en bonne voie, celui des langues de l'Amérique du Sud est bien moins avancée et de valeur plus inégale. Dans l'ancien royaume des Incas on a reconnu quatre langues principales dont deux ont été notées dès la conquête espagnole et sont encore en usage aujourd'hui. En vue de les bien connaître et de suivre leurs déformations, les auteurs se sont longuement appliqués à relever tous les textes, épars dans les bibliothèques du monde entier, dont les plus anciens sont surtout d'origine religieuse catholique. Ce premier volume signale tous ceux datant de 1540 à 1875.

Étude historique sur les Mpongoues, par le R. P. GAUTIER. 1 vol. in-4°, 71 p., 6 fig. Mémoires de l'Institut d'études centrafricaines, Brazzaville (A.E.F.), 1950. Prix : 300 fr.

Fruit de 50 ans de mission, cet ouvrage rassemble tous les documents sur les tribus indigènes de l'estuaire du Gabon, leur arrivée dans la région, leurs rapports avec les Européens et notamment les Français

Un quart de siècle parmi les éléphants, par William BAZÉ. 1 vol. in-8°, 261 p., 60 fig. hors texte. Durel, Paris, 1950. Prix : 750 fr.

Élevé dans la jungle indochinoise, ayant vécu parmi les indigènes, chasseur, captureur, éleveur, dresseur d'éléphants, l'auteur connaît admirablement ses partenaires et en conte l'histoire exacte et vivante d'après ses souvenirs.

L'univers optimiste, par Pierre DEVAUX. 1 vol. in-8°, 271 p. Amiot-Dumont, Paris, 1951.

Nos lecteurs goûtent le solide fonds de science de notre collaborateur et ses talents d'exposition. Ils connaissent moins peut-être ses anticipations vers les plus étonnants futurs, certains plus proches qu'on ne croit, d'autres qui passent outre aux limites du connu. En voici un exemple passionnant à lire et qui rend rêveur.

Le gérant : F. DUNOD. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 1er TRIMESTRE 1952, N° 2352. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS, (310566), LAVAL, N° 2509. — 3-1952.